L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ET DE SES APPLICATIONS

631.3054

MASS. INST. TECH.
APR 3 1913
LIBRARY

TRENTE-DEUXIÈME ANNÉE

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

DEUXIÈME SÉRIE
TOME QUARANTE-TROISIÈME

JANVIER — JUIN 1912

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
Libraires-Éditeurs
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
Imprimeurs-Éditeurs
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1912

2e SÉRIE. — TOME XLIII. TRENT-DEUXIÈME ANNÉE. — N° 1097 6 Janvier 1912.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

L'Usine hydraulico-électrique de la Empreza Hydro-Electrica da Serra da Estrella (Portugal).

L'usine hydraulico-électrique a été édifiée sur la rive droite du Alva, petit fleuve d'allure torrentielle, dans la province de Beira-Bairea, municipalité de Ceia, Serra da Estrella.

Fig. 1. — Barrage de la prise d'eau du Alva.

Installation hydraulique. — La prise d'eau du Alva, destinée à l'alimentation de l'usine, établie à 2100 m en amont de l'usine, comporte un barrage en maçonnerie (fig. 1) avec écluses de décharge et bassin de décantation.

Les dimensions données aux ouvrages de prise et d'amenée permettent de dériver un volume d'eau de 2000 litres par seconde.

Le canal d'amenée a été établi avec une pente de 0,0007 m et la vitesse moyenne de l'eau est de 1,50 m par seconde.

Le canal a une longueur de 2941,55 m et dé-

94010

bouche dans un bassin de charge muni de deux chambres de mise en charge avec grilles et écluses précédant l'ouverture des deux conduites forcées.

A l'une des extrémités du bassin de charge se trouve une écluse de décharge et le trop plein. Les eaux provenant du trop plein se rendent dans un canal de décharge qui les déverse dans le fleuve; à cet effet, le canal débouche dans un ravin naturel où l'eau retombe en cascade.

On dispose d'une hauteur utile de chute de 168 m, ce qui donne une puissance nominale de 4500 ch.

Des deux conduites forcées partant du bassin de charge, une seule est actuellement construite. Elle est constituée par des tubes, en tôle d'acier rivetés, de 6 m de longueur et 0,70 m de diamètre.

La conduite forcée aboutit à un tuyau distributeur d'où partent les dérivations alimentant des turbines.

Usine génératrice. — Le bâtiment de l'usine génératrice se compose d'une salle de machines (fig. 2) ayant 25 m de longueur et 12 m de largeur, d'un corps avancé dans lequel sont installés les transformateurs, d'un atelier de réparations et d'autres annexes. La salle des machines, ainsi que la partie du canal de décharge comprise dans le bâtiment, ont été construites en béton de ciment.

Du tuyau de distribution terminant la conduite forcée partent actuellement deux dérivations pourvues chacune d'une vanne de fermeture.

Chacune de ces dérivations alimente une turbine de 500 ch actionnant un alternateur.

Les turbines sont à axe horizontal, type « Pelton », leur vitesse angulaire est de 750 tours par minute et chaque turbine est munie d'un régulateur à servo-moteur à huile.

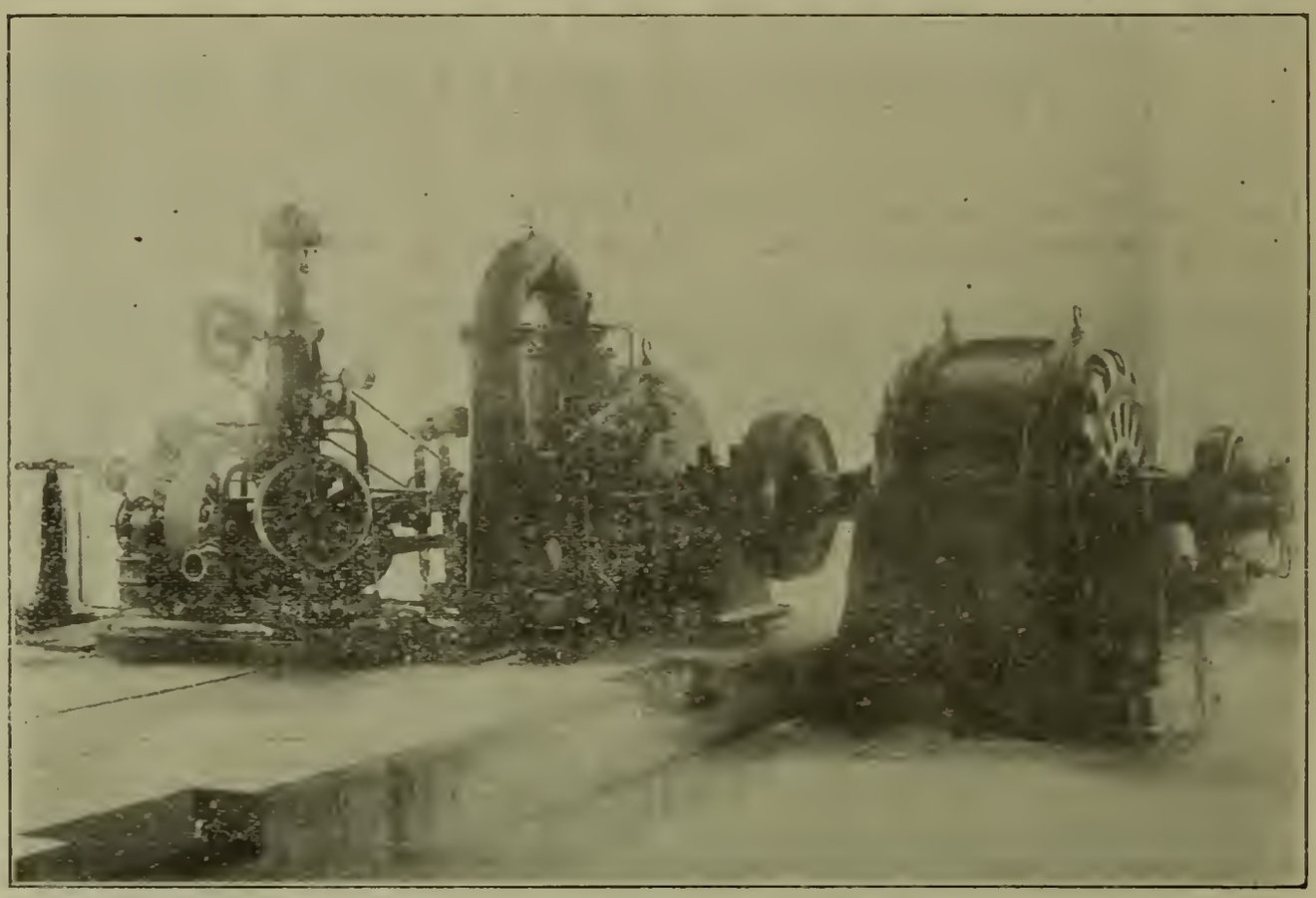


Fig. 2. — Salle des machines de l'usine da Serra da Estrella.

Les alternateurs sont à arbre horizontal et inducteur tournant avec excitatrice en bout d'arbre.

Ils produisent des courants triphasés à 50 périodes, à la tension de 4000 volts.

A la vitesse angulaire de 750 tours par minute ils ont une puissance de 435 kilovolts-ampère.

Les transformateurs élèvent la tension du courant fourni par les alternateurs de 4000 à 12 000 volts; ces transformateurs sont à bain d'huile, sans refroidissement artificiel.

Tableau de distribution. — Le tableau central de distribution de l'usine porte tous les appareils de commande et de réglage, ainsi que les instruments de mesure nécessaires pour l'exploitation.

La sécurité du personnel est assurée d'une manière aussi simple qu'efficace, par ce fait que tous ces appareils et instruments sont alimentés, sans exception, sous une tension de 110-120 volts par l'intermédiaire de transformateurs réducteurs de tension (fig. 3) et d'intensité branchés sur les circuits à haute tension.

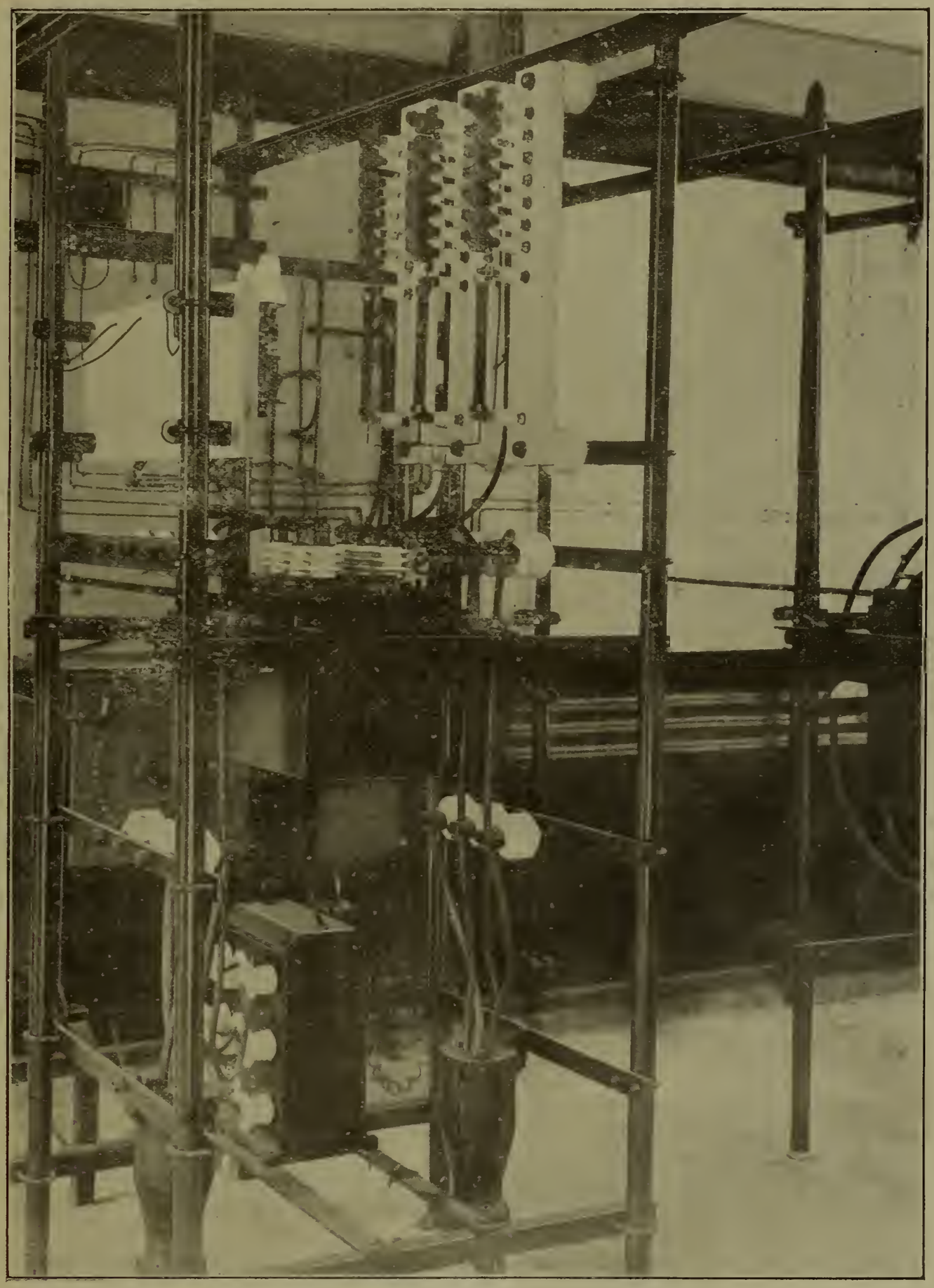


Fig. 3. — Tableau de distribution de l'usine da Serra da Estrella.

La figure 4 donne le schéma général de l'installation de l'usine.

Lignes de transmission. — Les lignes de

transmission, au nombre de deux, ont un développement de 50 km et desservent déjà San Nomâo, Ceia, Loriga, Vadra, Gouveia et d'autres petites localités.

Depuis plus de vingt mois que l'usine est en marche, son fonctionnement est des plus réguliers et il ne s'est produit aucun accident.

Tout le matériel électrique de cette usine a été

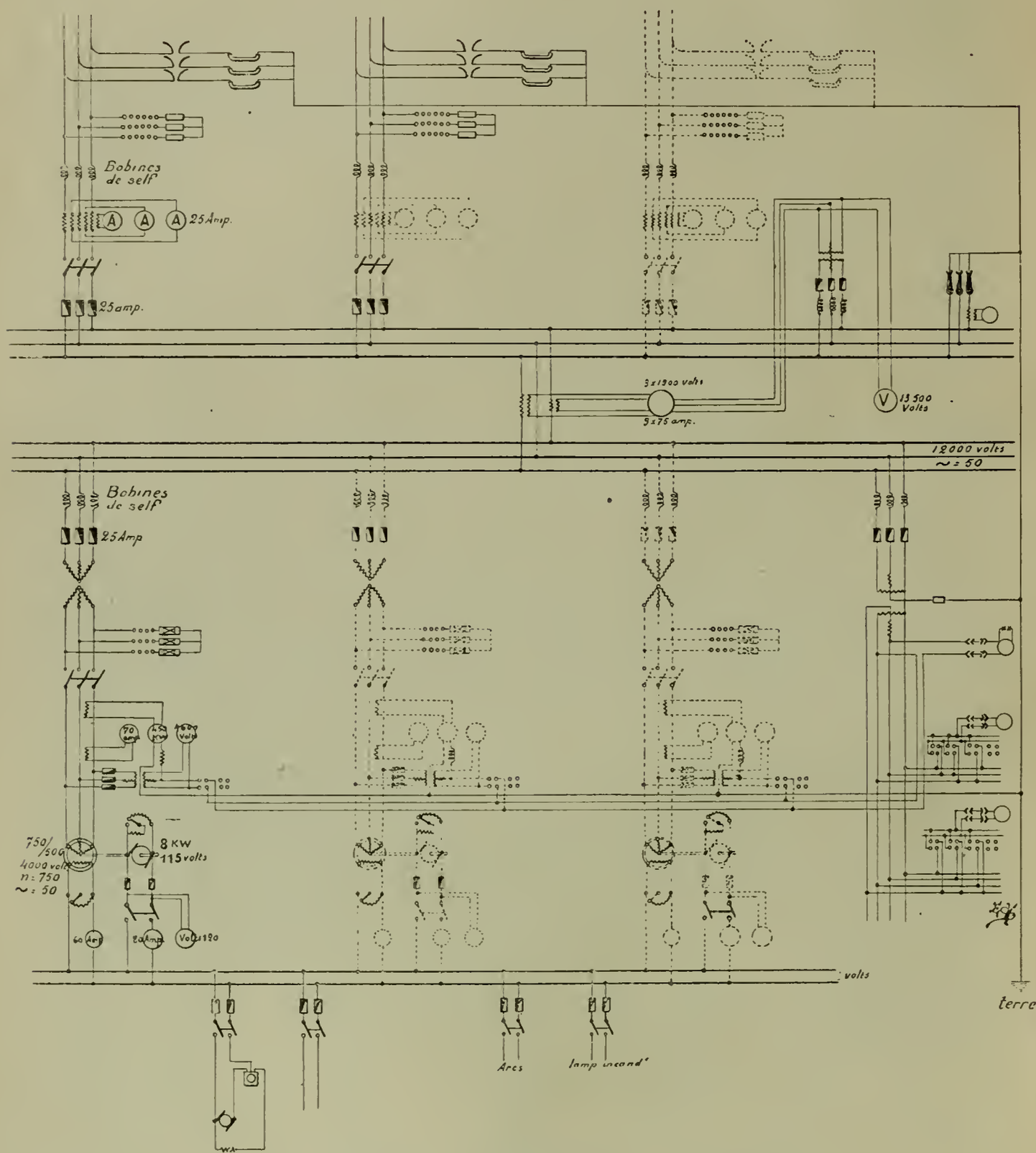


Fig. 4. — Schéma de l'installation de l'usine da Serra da Estrella.

Les lignes de transmission sont établies sur des poteaux métalliques et les conducteurs sont supportés par des isolateurs en porcelaine.

construit et installé par la A. E. G. Thomson-Houston Iberica.

C. de Carvalho.

Détecteur électrolytique et interrupteur Wehnelt.

On sait qu'un des détecteurs d'ondes électriques les plus sensibles et les plus employés à l'heure actuelle est le détecteur électrolytique de Ferrié (1).

Il se compose essentiellement d'une électrode filiforme constituée par un fil de platine *m f* d'un diamètre égal à 1/100e de millimètre environ, inclus dans un tube de verre de manière à pénétrer d'une longueur à peu près égale au diamètre dans une solution d'acide sulfurique au 1/10e en regard d'une large électrode de platine *n g* (fig. 5).

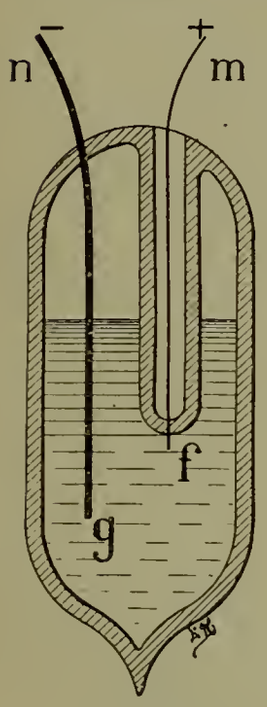


Fig. 5.

Dans ces conditions, le détecteur étant mis en circuit avec un téléphone et une pile de faible tension, on entend un son au téléphone lorsque le circuit ainsi constitué vibre électriquement sous l'influence d'ondes reçues.

On connaît aussi la disposition que Wehnelt a indiquée, en 1899, d'un interrupteur électrolytique destiné à actionner les bobines d'induction à courant continu (2). L'interrupteur Wehnelt se compose de deux électrodes qui plongent dans un vase *a* contenant de l'eau acidulée au 1/10e par de l'acide sulfurique (fig. 6) L'une de ces électrodes *b* présente une grande surface : on la constitue par une large lame de plomb; l'autre électrode, au contraire, de la plus petite surface possible, est formée d'un fil de platine *c* (1,5 mm de long et 0,2 mm de diamètre) soudé à l'extrémité d'un tube de verre *d* rempli de mercure. L'électrode de large surface doit être reliée au pôle négatif de la source utilisée, l'électrode filiforme au pôle positif. Dans ces conditions, et si la source utilisée présente une tension assez élevée, 50 volts au minimum), il se produit, au voisinage, du fil de platine, au sein du liquide, une série rapide d'interruptions (en moyenne 600 par seconde).

L'analogie de fonctionnement des deux appareils, détecteur et interrupteur, est très grande; il en est de même des explications théoriques que l'on invoque pour l'interprétation de leurs effets. On a établi (1) que ceux-ci sont dus à un effet de soupape produit à la fois par la polarisation de l'électrode filiforme, la résistance opposée au courant par le contact fil de platine-électrolyte et l'effet Joule particulièrement localisé en cette région de grande résistance.

Simon (2) et Caldwell (3) ont fait connaître simultanément une modification intéressante apportée à l'interrupteur Wehnelt : les difficultés pratiques d'établissement de l'électrode filiforme les ont amenés à constituer l'interrupteur électrolytique non plus d'une électrode très fine plongeant dans un électrolyte en regard d'une électrode à large surface, mais bien de deux larges électrodes (*a* et *b*) entre lesquelles on dispose une cloison isolante *c* (verre) percée seulement d'un trou très fin (1 millimètre de diamètre environ). L'interrupteur ainsi constitué ne le cède en rien comme régularité et comme puissance au modèle primitif de Wehnelt (4). Caldwell utilise un

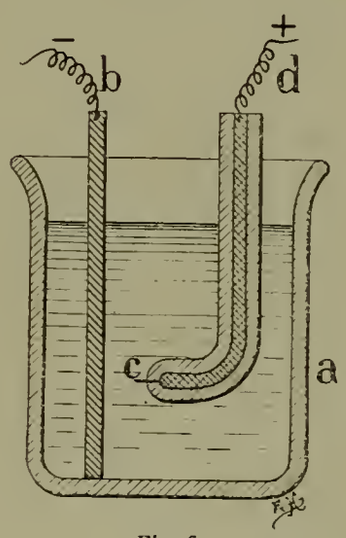


Fig 6.

(1) *Congrès international d'électricité de 1900, comptes-rendus* (volume annexe), p. 289 (Gauthier-Villars), et *Notes à l'Académie des sciences*, 31 juillet 1905. Le *Détecteur électrolytique à pointe métallique*, par Ferrié.

(2) Wehnelt, *Wiedemann's Annalen* (t. LVIII, p. 233, 1899), et *Electrotechnische Zeitschrift* (26 janv. 1899).

(1) E. Rothé, *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, 30 octobre 1899; — H. Pellat, *ibid.*, 20 et 27 mars 1899; — R. Federico et P. Baccei, *Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei*, t. VIII, p. 347, 17 décembre 1899; — E. Ruhmer, *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXI, p. 331, 26 avril 1900.

(2) Simon, *Wiedemann's Annalen*, t. LXVIII, p. 860, 8 août 1899.

(3) Caldwell, *The Electrical Review*, t. XLIV, p. 837, mai 1899.

(4) A. Turpain, Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 12 février 1900.

tube à glucose percé d'un trou (fig. 7) ou mieux rend l'orifice réglable à l'aide d'une baguette conique en verre plongeant dans l'orifice du tube et réglée de manière à l'obturer plus ou moins.

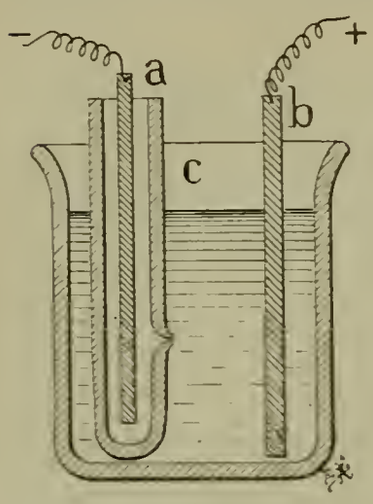


Fig. 7.

Lorsqu'un interrupteur est en fonctionnement, on constate que le trou est entouré d'une auréole rosée, tandis qu'il se dégage à son voisinage immédiat un mélange détonant d'oxygène et d'hydrogène, de même que, pendant le fonctionnement de l'interrupteur à pointe, le fil de platine de 0,2 mm qui la constitue s'entoure d'une gaîne rose accompagnée d'un dégagement gazeux identique.

Bien des théories ont été successivement proposées pour rendre compte des phénomènes présentés par cet interrupteur à trou. Ce n'est que récemment que l'on est parvenu à les expliquer d'une manière satisfaisante en se basant sur des phénomènes de *magnétostriction* que présentent les lignes de courant au voisinage et à l'intérieur du trou (7).

Raisonnant par analogie avec le détecteur à pointe, j'ai vérifié expérimentalement qu'il n'y a effectivement pas identité de fonctionnement entre un interrupteur à pointe et un interrupteur à trou.

J'ai réalisé un détecteur électrolytique *à trou* de la façon suivante : un petit tube en U reçoit, plongeant dans de l'eau acidulée au 1/10e, d'un côté une large électrode en plomb, de l'autre une électrode également en plomb plongeant dans un petit tube effilé en pointe très fine. Une fine aiguille de verre, dont la pointe est conique, peut être enfoncée plus ou moins dans le trou très fin du petit tube intérieur et permet de faire varier facilement la section de l'orifice (fig. 8). On pouvait penser que le minime volume de liquide compris dans la section de cet orifice allait jouer le rôle de contact imparfait, ou, tout au moins, que, sa résistance étant très élevée, celle-ci pourrait varier sous l'action des ondes reçues.

Ce petit appareil a été utilisé dans un circuit de réception de télégraphie sans fil comparativement avec trois détecteurs électrolytiques à pointes de Ferrié mis très obligeamment à ma disposition par le poste de la Tour Eiffel.

Or, malgré que l'on eût fait varier la section de l'orifice dans de larges limites, malgré que l'on eût utilisé des orifices ultra-capillaires, il n'a jamais été possible d'obtenir même la plus minime sensibilité d'un détecteur ainsi construit, tandis que les détecteurs à pointe utilisés répondaient parfaitement aux signaux.

Je n'ai, il est vrai, utilisé qu'un seul électrolyte : il y aurait peut-être lieu de voir si avec un électrolyte autre que l'acide sulfurique (sulfate de cuivre ou bichromate de potassium) on n'obtiendrait pas quelque résultat.

Pour mon compte, je ne le crois pas et je considère cette expérience comme parfaitement démonstrative de l'assertion que l'interrupteur électrolytique à trou ne fonctionne pas du tout comme celui à pointe.

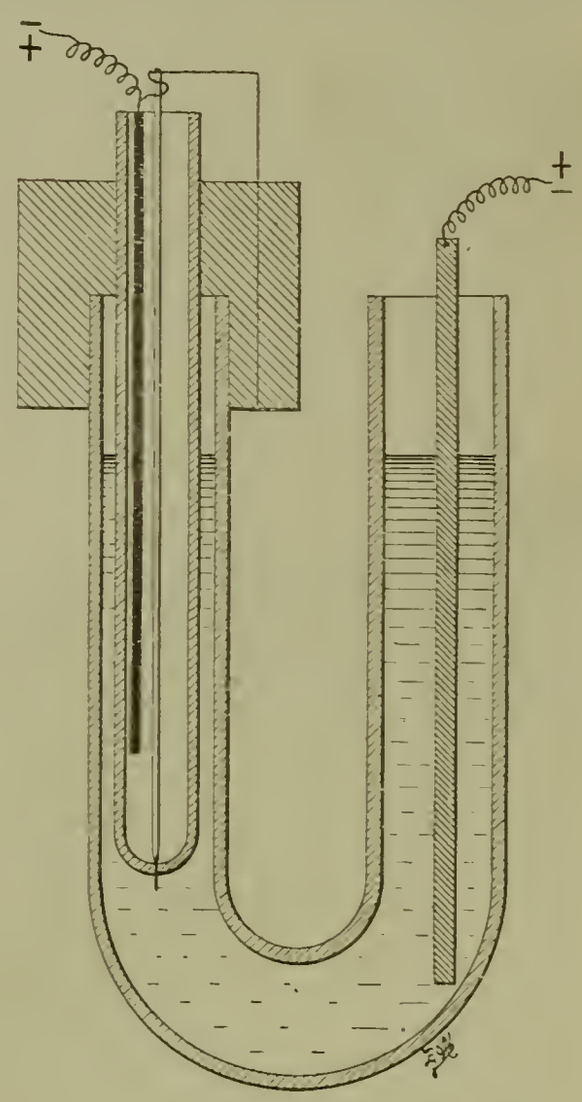


Fig. 8.

Dans le détecteur à trou, comme dans celui à pointe, l'effet de soupape est produit par la polarisation et la résistance au contact; et

(7) P. Bary, *Lumière électrique*, t. VI, 2e série, p. 134, 1909.

le fonctionnement de ce détecteur à pointe ne peut donc pas s'expliquer simplement par un phénomène de contact imparfait, puisque dans le cas du détecteur électrolytique à trou, dont l'électrolyte présente, au niveau de l'orifice, vu sa très petite section, une résistance considérable, on ne peut déceler aucune tendance à répondre aux oscillations qui le frappent. Et l'on conçoit qu'il en soit ainsi, si l'interrupteur électrolytique à trou présente, ainsi que je l'indiquais plus haut, des phénomènes de contraction des lignes de courant au niveau de l'orifice, phénomènes qu ne paraissent pas observables avec les très faibles densités de courant mises en jeu dans le détecteur électrolytique à trou.

Cette vérification expérimentale est donc intéressante par les indications qu'elle donne sur le fonctionnement du détecteur électrolytique de Ferrié et des interrupteurs de Wehnelt et de Simon.

Joseph Rodet,
ingénieur E. S. E., licencié ès-sciences.

L'utilité du moteur synchrone pour corriger le facteur de puissance.

Par suite de la grande concentration de la production de la force à laquelle on est arrivé en Amérique, de l'extension considérable qu'y ont prise les réseaux de distribution à courant alternatif et de l'usage étendu que font les fabriques américaines des moteurs triphasés à induction, les cas d'application des moteurs synchrone, pour l'amélioration du facteur de puissance, sont plus fréquents aux Etats-Unis que chez nous.

L'utilité du relèvement du facteur de puissance est néanmoins bien connue. On sait que pour une charge et une tension données, les pertes dans l'inducteur et dans l'induit d'un alternateur sont d'autant plus grandes que le facteur de puissance est plus faible et il y a donc une diminution de rendement sérieuse dans une installation dont le facteur de puissance est bas.

D'autre part, le facteur de puissance affecte beaucoup la régulation; ainsi, tel générateur qui est capable de supporter une surcharge de 25 0/0 avec une régulation de 8 0/0 lorsque le facteur est égal à l'unité, a une régulation de 25 0/0 sous la même surcharge, si le facteur de puissance est seulement de 0,7; le courant dans l'armature produit un flux qui s'oppose au flux inducteur et tend à désaimanter le système, en abaissant la tension dans l'induit.

Les conséquences de la valeur du facteur de puissance se font sentir très appréciablement sur les canalisations. Pour l'apprécier, supposons qu'une puissance de 1000 kw doive être transmise à une distance de 8 km sous 6000 volts, en courants triphasés, avec une perte de 10 0/0 au maximum; on peut reconnaître que la section du cuivre, pour le cas d'un facteur de puissance égal à l'unité étant prise comme terme de comparaison, il faudra une section de 23 0/0 supérieure si le facteur est seulement de 0,9 et de 180 0/0 plus grande s'il est de 0,6 0/0; en d'autres termes, avec le même poids de cuivre, on aurait, pour un facteur de puissance égale à 0,6, une perte 2,8 fois plus grande qu'avec un facteur de puissance égal à l'unité.

Bref, la réduction du facteur de puissance correspond à une diminution de la capacité des génératrices, des transformateurs et des conducteurs, ainsi qu'à une augmentation des pertes d'énergie.

L'utilisation du moteur synchrone pour relever le facteur de puissance est fondée sur ce que cet appareil a la propriété de produire, lorsqu'il est surexcité, un décalage en sens contraire de celui occasionné par une charge inductive.

Dans toute installation où il est employé à cette fin, le plus avantageux est de le placer au voisinage de la décharge inductive, à proximité de la génératrice, afin que son effet ne soit pas perdu pour les canalisations; il arrive souvent, dans un système de distribution, que la charge inductive soit distribuée de telle façon qu'il n'est pas possible de la compenser intégralement au moyen d'un seul grand condensateur et qu'il vaut mieux en installer deux ou plusieurs de moindre puissance; l'emplacement à donner aux appareils est alors moins libre, parce qu'il faut tenir compte des exigences de l'entretien et de la surveillance; généralement, le client dont la charge est compensée s'aperçoit assez, à la meilleure régulation notamment, de l'amélioration réalisée par le relèvement du facteur de puissance pour accepter de faire assurer par son personnel la surveillance et l'entretien courant du moteur; le personnel de

l'usine n'a à s'occuper que d'une inspection périodique.

Dans la plupart des installations où la compensation est utilisée, le moteur synchrone est muni de son excitatrice spéciale, fixée en bout d'arbre ou entraînée par courroie; mais il peut aussi recevoir son excitation d'une source extérieure, à condition que le système soit pourvu de moyens de contrôle appropriés; on emploie généralement des moteurs synchrones à axe horizontal, quoiqu'il y ait des installations où il est fait usage de moteurs à axe vertical; les moteurs du premier genre sont naturellement plus simples que les seconds.

Ordinairement, le moteur compensateur marche à vide sur le circuit dont il doit corriger le facteur de puissance; on trouve cependant de nombreux exemples où il supporte une charge mécanique.

A condition que cette charge soit exempte de fluctuations, ce mode d'installation est économique et il se recommande pour cette raison; la charge peut aller jusqu'à 70 0/0 de la puissance nominale; elle est utilement constituée par des compresseurs pneumatiques, par exemple, ou par d'autres appareils du même genre.

Un cas d'application intéressant se rattachant à ce système est celui où des groupes moteurs générateurs fonctionnent sur un circuit à courant alternatif pour assurer l'alimentation de moteurs à courant continu.

Il est souvent avantageux, dans des installations de ce genre, d'employer des moteurs synchrones pour la constitution des groupes convertisseurs, en proportionnant la charge représentée par les génératrices, de telle façon que le moteur puisse concourir en même temps à la correction du facteur de puissance.

Il va de soi que les moteurs marchant à vide peuvent être de construction plus légère que ceux qui supportent une charge mécanique; il est permis d'y admettre un entrefer plus étroit que dans les moteurs synchrones proprement dits; la mise en marche s'en effectue communément au moyen de compensateurs permettant de régler de 60 à 100 0/0 du courant normal le courant absorbé au démarrage.

En toutes circonstances, l'efficacité du procédé est complète et tous les consommateurs comme les producteurs d'énergie électrique devraient toujours songer à ce moyen qu'ils ont d'améliorer leurs installations, lorsqu'ils constatent que la puissance maximum possible est près d'être atteinte ou que la régulation est mauvaise.

H. Marchand.

Congrès international des applications électriques.

(Turin, 10-17 septembre 1911)

(Suite) (1)

5e *Section : Traction électrique.*

La traction par courant monophasé et par courants triphasés sur les lignes de chemin de fer a grand trafic, par **Giorgio Calzolari.**

Cet intéressant rapport rappelle d'abord les discussions et les conclusions du Congrès international qui s'est tenu à Berne en 1910, en ce qui concerne le choix de la forme du courant à utiliser pour la traction sur les chemins de fer à trafic intense et sur la question des règles relatives au système à adopter.

Il donne ensuite un aperçu des résultats des études entreprises par les commissions nommées dans différentes nations pour élucider les problèmes de la traction électrique et fait connaître les avis exprimés dans les divers pays.

Il parle ensuite très rapidement des installations actuellement en exploitation, en cours de construction ou à l'étude. Il reprend ensuite l'examen des propriétés et des caractéristiques des deux systèmes monophasé et triphasé, au point de vue technique et au point de vue économique, par rapport aux indications fournies par la pratique pour délimiter le champ d'application de ces deux systèmes.

Le rapporteur expose ensuite qu'il donne la préférence au système triphasé, parce que, dit-il

(1) Voir l'*Électricien*, tome XLII, 2e semestre 1911, pages 228, 241, 262, 278, 296, 313, 326, 341, 393, 406 et 421.

les électrifications qui se feront dans un avenir prochain se borneront aux lignes dont il faut augmenter la capacité insuffisante de trafic où la vapeur ne peut suffire à cause des pentes et des longs tunnels. Il estime, dans ce cas, que c'est les courants triphasés qui conviennent le mieux.

Dans une annexe à son rapport, M. Calzolari décrit, dans tous ses détails, l'installation de la ligne électrique des Giovi pour le parcours de Gênes à Milan et de Gênes à Turin, dont l'*Electricien* a donné une étude complète (1).

LA LIGNE DE PRISE DE COURANT DANS LES CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES, PAR **Gustave L'Hoest.**

Cet intéressant rapport donne la description des différents systèmes adoptés pour la prise de courant. Vu son importance, il sera reproduit *in extenso* dans un prochain numéro de l'*Electricien.*

VOITURES AUTOMOTRICES ACTIONNÉES PAR COURANT MONOPHASÉ SUR LES GRANDES LIGNES DE CHEMIN DE FER, PAR **le Dr W. Kummer.**

L'auteur décrit d'abord les principaux types de moteurs de traction à courant monophasé, dont il fait connaître les caractéristiques et les qualités de freinage.

La relation entre le couple moteur et le volume actif des voitures automotrices est étudiée en vue de son application pour établir les projets d'établissement des équipements moteurs.

Il analyse ensuite les divers systèmes de commande par moteur électrique en vue de leur application aux voitures automotrices et aux locomotives.

Il donne pour les voitures automotrices la valeur du poids par unité du couple-moteur afin de faciliter la comparaison des différentes voitures entre elles.

Il termine par quelques remarques relatives à l'installation nécessaire pour effectuer le réglage des moteurs.

*
* *

M. Mailloux fait une courte communication *sur le choix de l'unité d'accélération des trains.*

A la suite de cette communication, la section a émis le vœu adopté par le Congrès, que l'accélération des trains soit exprimée en kilomètres à l'heure par seconde (2).

(1) Voir l'*Electricien*, tome XLII, 2e semestre 1911, pages 257, 273, 289 et 305.

(2) Voir l'*Electricien*, tome XLII, 2e semestre 1911, page 214.

*
* *

L'APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ AUX BATEAUX SOUS-MARINS, PAR **Agostino Bezzi.**

Ce rapport très documenté présente l'état actuel de la question des sous-marins et des batteries d'accumulateurs qui leur fournissent l'énergie électrique nécessaire.

Ce sujet étant tout d'actualité, le rapport de M. Bezzi, un spécialiste en la matière, sera reproduit dans un prochain numéro de l'*Electricien.*

*
* *

LA TRACTION ÉLECTRIQUE A COURANT CONTINU A HAUTE TENSION, PAR **Guglielmo Gyaros.**

Dès ses débuts, la traction électrique s'effectuait au moyen du courant continu. Mais dès qu'elle se trouvait en présence de conditions comportant de plus grandes distances et de plus grandes puissances, le courant continu ne répondait plus au but, en raison de la basse tension (environ 600 volts), les frais des conducteurs et des stations de transformation devenant par trop considérables.

Dans ces conditions, l'on fut amené à l'emploi du courant alternatif, d'abord du courant triphasé (Burgdorf-Thun, Valtelline), plus tard du courant monophasé. Avec les systèmes à courant alternatif, il y avait moyen d'appliquer de hautes tensions au fil de prise, et c'était surtout le système monophasé qui se répandait rapidement, tandis que le système à courant continu tardait à se développer.

L'emploi de pôles auxiliaires dans les machines à courant continu, notamment dans les moteurs, a permis depuis quelques années l'application de tensions élevées également avec le système à courant continu. Les premiers chemins de fer à courant continu sous haute tension furent ceux de Köln-Bonn, à 1000 volts (1906) et Indianapolis-Louisville, avec 1200 volts (1907). L'emploi de la haute tension a été parfaitement satisfaisant et les résultats d'exploitation permettent d'en déduire deux conclusions. D'abord, la commutation des moteurs à pôles auxiliaires est parfaite, ce qui, d'une part, réduit notablement les frais d'exploitation; d'autre part, le moteur peut supporter sûrement des surcharges particulièrement grandes (au-dessus de 100 0/0). En second lieu, il faut remarquer que la limite de l'élévation de la tension à courant continu n'est pas encore atteinte.

Dans ces conditions, le système à courant con-

tinu peut entrer en concurrence avec le système monophasé, auquel il est supérieur en ce qui concerne les frais d'exploitation et les conditions de poids de l'équipement électrique. Là où le système à courant continu présente des avantages particuliers, c'est pour les chemins de fer suburbains qui, à l'entrée dans la ville, empruntent les voies des tramways urbains. Ces avantages étaient même la cause, dans quelques cas en Amérique, que le système monophasé existant fut remplacé par le système à courant continu. Dans un cas (Washington, Baltimore et Annapolis-Ry), cela a amené les avantages suivants : une économie de courant de 35 0/0, une économie de 35 0/0 dans les frais d'entretien de l'installation électrique des voitures, une diminution de 84,4 0/0 dans les retards imputables à des dérangements électriques.

Les avantages du service à courant continu sous haute tension peuvent être opposés aux frais d'établissement inférieurs avec le système à courant alternatif et, par un rapprochement approximatif, l'on peut dire qu'il faut une tension 5-6 fois plus élevée pour obtenir les mêmes résultats économiques qu'avec le système à courant continu. Si la tension à courant continu peut être élevée jusqu'à 2500 à 3000 volts, cela permettra au courant continu de soutenir la concurrence avec le courant alternatif jusqu'à environ 15 000 volts.

En Hongrie, et en partie en Autriche, la maison Ganz, connue par ses constructions du chemin de fer à courant triphasé (Valtelline), a déployé en ces derniers temps une vive activité sur le terrain des chemins de fer à courant continu sous haute tension. Elle s'occupe actuellement de l'électrification des lignes suivantes :

1. Budapest-Dunaharaszti, 16,5 km, voie double, écartement normal;

2. Budapest-Kerepes-Gödöllo, 33 km, voie double, écartement normal;

3. Budapest-Szent-Endre, 16 km, voie double, écartement normal.

Ces trois lignes appartiennent à la même Société des chemins de fer locaux de Budapest (Budapesti Helyiérdekü Vasutak R. T.); la longueur totale de la voie est d'environ 160 km. La tension de la ligne est de 1000 volts, avec seulement une section de 5 km à 600 volts.

4. Bozen-Kaltern-St. Anton, 17,5 km, voie simple, écartement normal; tension de la ligne, 1300 volts

5. Arad-Hegyalja, 58,3 km, voie simple, écartement de 1 m; tension de la ligne, 1500 volts.

Pour les trois premières lignes, dont l'équipement est analogue, la maison Ganz fournit, outre les machines pour les usines génératrices et pour les stations de tranformation, l'équipement électrique du matériel roulant suivant :

12 locomotives à 2 moteurs à 150 ch; commande multiple par contacteurs;

38 voitures motrices à voyageurs, avec commande multiple, dont 18 à deux moteurs de 105 ch, 20 à deux moteurs à 75 ch;

50 voitures-motrices à voyageurs, à 2 moteurs à 75 ch, avec coupleur à main.

Pour le chemin de fer de Ueberetsch, la maison Ganz a fourni une station de transformation, 4 voitures-motrices à voyageurs à deux moteurs de 85 ch et l'équipement de la ligne. Les voitures motrices sont pourvues de la commande multiple.

Les fournitures pour la ligne Arad-Hegyalja sont en cours de fabrication; elles se composent d'une station de transformation, de 13 voitures-motrices à voyageurs à 4 moteurs de 55 ch, avec commande multiple, et de l'équipement de la ligne.

La ligne de Budapest-Dunaharaszti fonctionne depuis plus d'un an avec les meilleurs résultats; le service fut inauguré avec 12 voitures à coupleur à main. Aucune pièce de contact n'a encore été remplacée dans ces coupleurs, bien que les voitures-motrices fassent 45 000 à 50 000 km dans l'année.

Les locomotives ne sont en service que depuis peu de temps, et les résultats obtenus avec elles jusqu'à présent sont satisfaisants.

Les véhicules sont munis d'un dispositif de prise de courant du type pantographe. Les pièces frottantes en aluminium durent environ 20 000 km-voiture.

L'équipement de la ligne des chemins de fer locaux n'a pas été fourni par la maison Ganz, mais la suspension de la ligne aérienne, système Jellinek-Fischer, fut adoptée par la maison pour d'autres lignes, telles que le chemin de fer de Arad-Hegyalja, et une section de la ligne de Bozen-Kaltern-St. Anton. Cet équipement de ligne est une suspension caténaire, avec compensation automatique par ancrage, mais simplifiée par la suppression du fil conducteur entre le fil porteur et le fil de travail.

Sur la ligne Budapest-Dunaharaszti, l'on emploie un dispositif automatique pour la commutation de l'éclairage des voitures de 600 volts à 1000 volts ou vice-versa.

Les installations des voitures du chemin de fer de Bozen-St. Anton sont semblables à celles des chemins de fer locaux de Budapest.

Les installations des voitures du chemin de fer de Arad-Hegyalja ne sont pas encore terminées,

mais elles s'écarteront un peu des installations dont nous venons de parler. Les 4 moteurs sont construits pour 750 volts et ils sont reliés constamment en série par deux.

Des poteaux en béton armé sont employés pour l'équipement de la ligne de ce chemin de fer.

Dans les stations de transformation, respectivement dans les usines génératrices, on utilise partiellement des accumulateurs avec survolteur système Pirani.

Ces installations de chemin de fer, exécutées par la maison Ganz, prouvent aussi le progrès et les excellentes qualités du système à courant continu sous haute tension, appliqué à la traction des chemins de fer.

***

Les travaux de la cinquième se sont clôturés par une brillante et importante conférence de M. Mailloux sur l'électrification des chemins de fer.

(*A suivre.*)

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ÉCLAIRAGE

Influence des fréquentes mises en circuit et hors circuit sur les lampes à incandescence.

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* rend compte, comme il suit, de recherches effectuées par MM. Marchand et Parry à propos de l'influence qu'exercent, sur la durée et le rendement des lampes à incandescence et particulièrement des lampes à filament métallique, les fréquentes mises en circuit et hors circuit :

Les lampes étudiées avaient été placées sur un réseau d'une tension de 246 volts, et un rhéostat convenable maintenait la tension, dans ces lampes, à 230 volts. La consommation initiale fut de 1,4 watts par bougie. Une série était formée des lampes maintenues, à titre permanent, sous l'action du courant; l'autre série comprenait les lampes qu'un appareil commutateur permettait de mettre hors circuit, à chaque minute, pendant 10 secondes. Durant ces 10 secondes, le filament pouvait se refroidir complètement. Le commutateur utilisé était à mercure; son organe mobile de contact était commandé par un petit moteur agissant sur un engrenage à vis sans fin. Les mesures de l'éclairement s'obtenaient au moyen d'un photomètre Lummer-Brodhun. Sur toutes les lampes on a constaté, durant les 400 premières heures de combustion, un accroissement de l'intensité lumineuse qui ensuite a progressivement diminué tout en demeurant, au bout de 2000 heures, encore de 3 0/0 plus grande que la valeur initiale. Bien que les lampes examinées ne présentassent pas, entre elles, un régime absolument égal, on ne put déterminer la moindre différence, dans les rapports des heures de combustion, avec l'intensité en bougies, entre les lampes brûlant constamment et celles brûlant par intermittence. On a constaté que la durée moyenne des lampes brûlant constamment était de 1500 heures et celle des lampes mises alternativement en circuit et hors circuit de 1000 heures. Durant ces 1000 heures, les dernières lampes en question ont été 72 000 fois mises en circuit et hors circuit, ce qui a réduit leur durée de 33 0/0. En service normal, on peut compter sur 1000 heures de combustion et 1000 mises en circuit et hors circuit pour la moyenne des lampes. Par suite, la durée de la lampe se trouve réduite, du chef des mises en circuit et hors circuit, d'à peine 1/2 0/0, c'est-à-dire d'une quantité négligeable. — G.

La lampe électrique Conta, pour projections.

Nous empruntons à l'*Elektrotechnische Anzeiger* les détails suivants à propos d'une nouvelle lampe électrique pour projections, dite *Conta*, que vient de mettre sur le marché la Compagnie allemande Regina, de Cologne-Sülz.

Les lampes à projections, généralement employées avec les appareils cinématographiques, n'utilisent dans l'arc électrique qu'une minime partie de la tension de la canalisation. Le reste de cette tension doit être absorbé par un rhéostat, d'où une perte importante. Une lampe à projection ordinaire fonctionne avec une tension de l'arc électrique de 45 volts et elle nécessite, si elle doit projeter de bonnes images, une intensité de 40 ampères. La lampe elle-même n'exige donc qu'une puissance de 40 ampères × 45 volts = = 1800 watts. Mais si on dispose d'un courant de la tension de 110 volts, il faut prendre sur la canalisation toute cette tension de 110 volts avec 40 ampères, soit 4440 watts. La tension en sus de celle effectivement consommée doit être annulée, comme superflue, dans des rhéostats. La perte

de puissance s'élève alors, au total, à 2640 watts, soit une quantité bien supérieure à celle de la consommation. Au régime de 220 volts, la perte est encore, naturellement, bien plus considérable...

La nouvelle lampe à projection Conta fonctionne sous une tension de 70 à 80 volts donnée à l'arc et, avec 20 ampères, elle fournit le même éclairement qu'une autre lampe à projection qui est construite pour le régime de 40 ampères et d'une tension de l'arc de 45 volts. La lampe Conta, au régime de 20 ampères et des 80 volts que présente l'arc, consomme donc 1600 watts; les 30 volts en trop qui, avec une intensité de 20 ampères = 600 watts, doivent être supprimés : ils sont, à cet effet, amenés dans des rhéostats convenables et ils servent à rendre la lumière plus fixe. Ladite lampe Conta permet donc une meilleure utilisation du courant et elle fonctionne à bien meilleur compte, comme le montrent les observations ci-après :

Une lampe à projection ordinaire à 40 ampères, au régime de 110 volts, consomme 4,4 kw par heure — soit, en 12 heures d'un fonctionnement ininterrompu, 52,8 kw. Par contre, une lampe à projection Conta, de même puissance lumineuse, ne nécessite, à la tension de 110 volts, qu'une intensité de 20 ampères, soit 2,2 kw par heure ou, en 12 heures, 26,4 kw, c'est-à-dire la moitié moins de courant.

Les charbons de la nouvelle lampe ne coûtent pas plus cher que ceux des autres lampes à projection. — G.

Eclairage des rues de la Cité de Londres.

L'*Electrician* annonce qu'un projet définitif vient d'être arrêté pour l'éclairage des rues de la cité de Londres. Ce projet, qui va sans doute recevoir incessamment l'approbation des autorités intéressées, comporte l'emploi du gaz et de l'électricité dans des proportions presque égales. Autant que possible, les lampes seront suspendues au centre des voies publiques. Dans les rues où la suspension serait impraticable ou accompagnée d'inconvénients graves, on s'appliquera à installer exclusivement des consoles qui porteront les foyers lumineux. On n'emploiera à cet effet des poteaux que dans les cas de nécessité absolue. On assure que le nouveau système d'éclairage entraînera d'importantes économies (plusieurs millions de livres sterling par an), en augmentant l'éclairement actuel dans la proportion de presque 50 o/o. — G.

ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE & RECHERCHES

Etincelle primaire substituée aux interrupteurs d'excitation de la bobine de Ruhmkorff. — Contribution à la théorie des interruptions.

Dans une communication faite à la Société française de physique, M. Guillet insiste sur le rôle de l'arc primaire dans le jeu des interrupteurs à mercure.

Si l'on coupe le circuit inducteur d'une bobine de Ruhmkorff à l'aide d'une balle animée d'une grande vitesse, ou à l'aide des explosions du mélange tonnant qui occupe le point d'étranglement du circuit d'un Wehnelt, il n'est pas nécessaire d'utiliser le condensateur de Fizeau pour obtenir une longue étincelle secondaire. Mais la présence du condensateur est nécessaire lorsqu'on emploie l'un des nombreux interrupteurs à mercure imaginés depuis 1856.

Le condensateur détermine, postérieurement à la coupure de l'inducteur, des courants oscillatoires dans le circuit d'alimentation et dans le circuit placé en dérivation sur la coupure du primaire; ces courants, dont l'existence est théoriquement évidente, peuvent être étudiés à l'oscillographe ou au rhéographe. En réalité, il se forme, à la coupure du primaire, un petit arc dont le régime dépend de tous les facteurs qui règlent la *stabilité* d'un arc, et ce sont les extinctions et les rallumages de cet arc, selon le cycle de Mme Ayrton, qui assurent le fonctionnement automatique de la bobine. D'ailleurs, en comparant le schéma d'une bobine de Ruhmkorff à ceux des dispositifs de Duddell ou de Poulsen, on est immédiatement conduit à rapporter la théorie de ces appareils au même principe général.

Si ces considérations sont fondées, il doit être possible d'immobiliser l'électrode vibrante ou tournante d'un interrupteur.

M. Guillet montre qu'il suffit en effet d'amener l'extrémité d'une électrode de charbon, formant anode, au niveau du mercure dans le vase, pour qu'à la fermeture du circuit d'excitation, la bobine fonctionne spontanément et régulièrement.

Il est à remarquer que toutes les particularités qui favorisent le fonctionnement des interrupteurs, ou le régime oscillatoire d'un arc, particularités établies empiriquement, se manifestent de même dans le cas présent. Ainsi, l'arc ne prend pas son régime dans l'air, il faut qu'il jaillisse dans le gaz d'éclairage, au sein de la vapeur d'alcool ou d'un carbure, etc., la nature de l'électrode associée au mercure influe sur le régime avec le charbon au sein de l'alcool ou du gaz d'éclairage, il faudra que le mercure soit cathode, avec le cuivre, les étincelles au secondaire seront moins fréquentes mais plus puissantes, etc.; avec le charbon, il se forme, même au sein du gaz d'éclairage, une poudre noirâtre et fine qui, frottée dans le creux de la main, donne une goutte de mercure et un peu de charbon qui noircit la peau.

Avec 10 à 20 accumulateurs, le fonctionnement

est excellent. On peut aussi utiliser le secteur continu à 110 volts avec un rhéostat pour réduire l'intensité : en marche, l'aiguille de l'ampèremètre doit se fixer entre 1 et 3 ampères. Mais il est difficile d'arrêter toutes ces données qui dépendent de la bobine dont on fait usage et de l'application particulière qu'on a en vue.

M. Guillet a trouvé commode d'enregistrer les fréquences d'étincelles en reliant à un électro Deprez les extrémités d'une couronne formée de quelques spires de fil entourant le corps de la bobine dans sa partie moyenne.

En projetant l'arc primaire sur un écran et utilisant le tournant, on se rend compte de diverses particularités présentées par le jeu de cet arc.

ÉLECTROCHIMIE

Moyen de prévenir la formation de creux dans les couches galvaniques de nickel.

En constatant que la formation de petits creux dans les couches galvaniques de nickel constitue un grave inconvénient; le *Mechaniker* fait remarquer que les creux en question sont dus à la présence de petites bulles de gaz à la surface de la pièce métallique traitée. Cet inconvénient, ajoute-t-il, peut être facilement évité si on ajoute au bain électrolytique de l'acide borique. Il y a lieu de supposer que l'acide borique empêche le dégagement de bulles d'hydrogène à la surface de l'objet qu'il s'agit de recouvrir d'une couche métallique. Déjà l'addition d'une minime quantité d'acide exerce un effet favorable, bien qu'elle ne puisse empêcher complètement la formation des creux précités. Pour obtenir un résultat parfait, il faut employer 31 gr d'acide borique par litre de solution de nickel. Comme l'acide en question ne peut se dissoudre dans un bain froid, il convient de retirer une partie de ce dernier et de l'échauffer avec l'acide, puis de laisser refroidir. L'addition ci-dessus donne, en outre, un dépôt métallique clair et assez tendre qui se laisse facilement polir. — G.

Un nouveau procédé de galvanoplastie.

L'*Electrician* rapporte que la compagnie « Harvey Electro-Chemical », de Laurence Pountney-hill, Londres, L. C., exploite en Angleterre un nouveau procédé de galvanoplastie imaginé par MM. P. et Q. Marino. Autant qu'on en peut juger, ce procédé consiste essentiellement en ce qui suit : On dépolit la surface de l'objet à traiter, par exemple une théière en porcelaine, en faisant fonctionner une sableuse, puis on recouvre cette surface d'une pâte spéciale qui consiste en un mélange d'acide fluorhydrique et du chlorure ou d'un autre sel du métal qu'il s'agit d'appliquer. Ce mélange forme ce que l'on peut appeler une couche préparatoire sur laquelle vient se déposer le métal provenant du bain électrolytique en la manière ordinaire. On obtient ainsi une épaisse couche métallique qui peut être facilement polie et travaillée et qui augmente sensiblement la solidité de la porcelaine. On assure que le même procédé permettrait la galvanisation à froid, et cela à bien moins de frais que le procédé actuel à chaud, d'objets tels que vis, chaînes, etc. — G.

ÉLECTROMÉTALLURGIE

Fabrication de l'aluminium en Europe et aux Etats-Unis.

La revue *Elektrische und Maschinelle Betriebe* donne les détails suivants sur la production actuelle de l'aluminium :

Actuellement la France fabrique chaque année 25 000 tonnes de ce métal. La fabrique suisse de Neuhausen, qui a débuté avec une production annuelle de 40 tonnes, a fourni, durant les trois premiers trimestres de 1910, 2621 tonnes représentant une valeur de plus de 4 400 000 fr. L'entreprise de Neuhausen a créé, à Rheinfelden (Allemagne), Lend-Gastein (Autriche) et Chappis (canton de Vaud) des succursales qui présentent toutes une activité satisfaisante. La même entreprise suisse possède un capital-actions de 28 500 000 fr qui doit être élevé à 32 500 000 fr. Elle n'a jamais distribué un dividende inférieur à 12 0/0; ce dividende, pour 1906, a même été de 26 0 0. Mais aucun pays ne possède des gisements de bauxite aussi riches et des sources d'énergie électrique aussi puissantes que les Etats-Unis; par suite, la concurrence américaine est appelée à influencer sérieusement les conditions économiques de la fabrication européenne de l'aluminium. — G.

FORCE MOTRICE

Installations hydraulico-électriques du Canada.

L'*Electrician* nous apprend que la quantité totale d'énergie hydraulique, actuellement utilisée, sur territoire canadien, à la production du courant électrique, s'élève à 514 890 ch. La province d'Ontario, à elle seule, convertit en courant 250 000 ch hydrauliques, ce qui lui permet de réduire de 5 millions de tonnes par an ses importations en charbon. — G.

INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

Les conditions de vente du courant électrique à Strasbourg.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* reproduit un rapport de M. Albert Loewe présenté à la 20e as-

semblée générale de l'Association des stations centrales, réunie à Magdebourg le 19 juin 1911. Ce rapport, exposant le système de tarification du courant électrique présentement pratiqué à Strasbourg, contient d'intéressants détails qui peuvent se résumer comme il suit :

Les conditions de vente du courant appliquées par la station centrale de Strasbourg ont grandement contribué à rendre l'électricité populaire dans cette ville. C'est au point qu'on y rencontre aujourd'hui la lumière électrique non seulement dans les plus humbles habitations, mais encore dans les ateliers des plus petits industriels et artisans. En 18 mois, on y a fait 5573 installations nouvelles comprenant à peu près 17 000 lampes à filament métallique de 50 bougies, soit une moyenne de 3 lampes par installation. Quand, dans un même immeuble, il se rencontre quatre personnes sollicitant un abonnement, la première lampe de chaque nouvel abonné est installée gratuitement et, pour chaque lampe suivante jusqu'à la quatrième inclusivement, il est perçu une redevance mensuelle de 30 centimes par lampe, pourvu que la consommation annuelle garantie s'élève à 21,60 fr. Les compteurs sont donnés en location à raison de 30 centimes par mois et par unité. Les lampes au-dessus de quatre doivent être installées par l'abonné, à ses propres frais. Depuis l'adoption de ce régime, le nombre des abonnés a constamment augmenté, ainsi que la consommation moyenne de courant par installation. En regard des frais d'installation qui se chiffrent par 530 000 fr et qui s'amortissent, pour ce qui concerne l'aménagement intérieur, en six ans, on obtient une recette annuelle de 200 000 fr. Le tarif général fait payer le courant à raison de 48 centimes le kw-heure. Actuellement on rencontre à Strasbourg 2,7 lampes par habitant et la station centrale est en état de développer une puissance suffisante pour que l'on puisse établir encore quelque chose comme 15 000 installations nouvelles. Pour les environs de la ville, les conditions de vente du courant sont encore plus avantageuses. M. A. Loewe recommande, à la fin de son rapport, la création d'un tarif forfaitaire d'après lequel le consommateur s'abonnerait à un nombre de watts qui serait déterminé par le nombre de pièces qu'il occupe; la consommation en sus serait enregistrée par un compteur et payée séparément. De cette manière, les limiteurs de courant deviendraient superflus. — G.

L'industrie électrique italienne en 1910.

Suivant la revue *Elektrische und Maschinelle Betriebe*, 21 nouvelles compagnies électriques se sont constituées en Italie, avec un capital social total de 14 millions de fr, durant 1910. Au cours de la même année, 42 compagnies déjà existantes ont augmenté leur capital social: d'autre part, 4, au capital de 3 millions, sont entrées en liquidation, et 4 autres ont réduit leur capital. En résumé, les fonds engagés dans l'industrie électrique italienne ont augmenté, en 1910, de 50 millions de francs. Des 118 entreprises existant à la fin de 1910, on en trouve 50, la plupart de création toute récente, qui n'ont distribué aucun dividende. Presque toutes les autres ont donné le même dividende que dans les années antérieures; seulement quelques-unes ont servi des dividendes plus élevés. Des 22 compagnies construisant ou vendant des appareils électriques, il y en a 11, parmi lesquelles des succursales de maisons étrangères, qui n'ont distribué aucun dividende. Enfin, sur les 11 compagnies téléphoniques existantes, il s'en trouve 5 qui n'ont également distribué aucun dividende. — G.

MATIÈRES PREMIÈRES

La production du tungstène en 1910.

Le *Mining World* évalue à 6000 tonnes la quantité de tungstène produite, au cours de 1910, dans le monde entier. Les régions desquelles provient ce corps sont très peu nombreuses. L'Australie pourvoit à plus de la moitié de la consommation mondiale et les États-Unis donnent à peu près 2000 tonnes. L'Espagne, le Portugal, la France, la Rhodésia, etc., fournissent également de petites quantités du même corps. Il convient de remarquer que seulement une minime fraction du tungstène produit, est consacrée à la fabrication de lampes électriques à filament métallique, car une tonne suffit pour préparer 18 millions de ces lampes, et que la plus grande partie s'emploie pour former des alliages avec d'autres métaux. — G.

La production mondiale du cuivre.

L'*Electrical World* rapporte qu'au dernier Congrès américain réuni à Chicago, M. Horace J. Stevens a lu un intéressant mémoire sur l'industrie mondiale du cuivre. D'après ce mémoire, le cuivre produit durant la période décennale qui a pris fin le 31 décembre 1910 égale plus des trois quarts de la production entière du siècle précédent. Le fait est principalement dû aux besoins de l'industrie électrique. Aujourd'hui la plus grande partie du cuivre est affinée par électrolyse. De plus, le nombre des mines de cuivre utilisant l'énergie électrique dans leur exploitation s'est considérablement accru durant ces dix dernières années. Il existe actuellement une disponibilité d'à peu près 150 millions de kg du métal en question, mais on ne saurait attacher de l'importance à cette circonstance en raison de l'importance énorme de la consommation. — G.

MOTEURS

Démarrage automatique pour les moteurs à courant continu.

Avec les rhéostats de démarrage manœuvrés à la main, la vitesse de manœuvre est laissée entièrement à la discrétion de l'opérateur et il en résulte souvent des dommages pour l'appareil de démarrage ou pour le moteur. Si le moteur est susceptible de deux sens de marche, les conditions sont encore plus défavorables, car si les connexions sont inversées pendant la rotation, la force électromotrice du récepteur vient s'ajouter à celle de la source. Les démarrages automatiques actuellement en usage peuvent se diviser en 3 classes :

1° Démarreurs à temps déterminé. — La résistance de démarrage est mise hors circuit au bout d'un temps déterminé, sans qu'il soit tenu aucun compte des variations de couple;

2° Démarreurs basés sur la variation de la force électromotrice. — La résistance de démarrage est mise hors circuit par le moyen d'électros placés sous la dépendance de la force électromotrice du moteur. L'action de tels appareils est contrariée par les variations de tension qui peuvent se produire sur la ligne.

3° Démarreurs basés sur l'intensité. — La mise hors circuit des résistances dépend de l'intensité dans le moteur. Un certain nombre d'électros bobinés en dérivation commandent des nterrupteurs court-circuitant les résistances. Ces électros sont commandés par des relais-série actionnés par conséquent par le courant principal. Les appareils de ce type sont en général assez compliqués.

J'ai étudié et construit un nouveau modèle qui a l'avantage d'une plus grande simplicité, les électros de commande étant bobinés en série et reliés en série avec l'induit qu'il s'agit de commander. La particularité spéciale des électros consiste en ce que, si l'intensité est inférieure à une certaine valeur, l'interrupteur se mettra immédiatement à la position fermeture, tandis qu'il restera ouvert tant que l'intensité dépassera la limite fixée. Cet appareil répond donc à tous les desiderata.

A.-C. Eastwood.

(*Revue Polytechnique*).

TRACTION

Traction électrique sur les chemins de fer de l'Etat prussien.

L'*Electrician* nous apprend que les expériences de service électrique sur le chemin de fer Dessau-Bitterfeld ayant donné satisfaction, le même système de traction va être maintenant étendu de Bitterfeld à Leipzig et Halle, d'une part, et de Dessau à Magdebourg, d'autre part, soit sur deux lignes ayant chacune environ 150 km. On assure, en outre, que l'électrification des chemins de fer de la ville et de la banlieue de Berlin va avoir lieu incessamment, toutes les mesures préliminaires à cet effet ayant été arrêtées. — G.

Bibliographie

L'Electricité à la portée de tout le monde : courant continu, courants variables, courants alternatifs simples et polyphasés, le radium et les nouvelles radiations, par Georges Claude. 7e édition, revue et augmentée. Un volume, format 25 × 16 cm, de 520 pages avec 236 figures. Prix, broché : 7,50 fr; cartonné : 9,50 fr. (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs).

Le grand succès de cet ouvrage, du reste parfaitement justifié et consacré par l'Académie des Sciences, est unique dans la librairie technique, car on n'a pas d'exemple qu'un livre de ce genre ait obtenu, en quelques années, une vente de trente-trois mille exemplaires précédant cette nouvelle édition.

Tout le monde, de l'ingénieur à l'homme du monde, a eu entre les mains et lu avec plaisir cet aimable volume; le plus grand éloge qu'on puisse sans doute en faire, c'est qu'il serait difficile de dire à quelle catégorie de lecteurs il a rendu le plus de services.

Il suffira donc d'indiquer en quoi cette édition diffère des précédentes : c'est déjà quelque chose puisque, par rapport à sa devancière, l'édition nouvelle ne s'est pas grossie de moins de 40 pages.

C'est que, devant les progrès de la télégraphie sans fil, M. G. Claude ne s'est pas cru en droit de limiter à quelques pages ses explications sur cette merveilleuse manifestation du génie humain : cette fois, tout un chapitre explique et les résultats obtenus et les moyens par lesquels ces résultats ont été réalisés : détecteurs nouveaux, ondes non amorties, transmission par étincelles musicales, ondes dirigées, etc.

En présence des progrès de l'éclairage par luminescence, M. Claude s'est décidé à ajouter un autre chapitre dans lequel sont exposés les remarquables résultats obtenus par les tubes de Moore et les tubes à vapeur de mercure. Et l'on pense bien que cet *éclairage au néon*, dont on commence à parler beaucoup et que M. Claude lui-même a sorti du... néant — pour parler comme l'auteur, ami du calembour — fait l'objet de multiples détails, les premiers qui aient été publiés sur ce qui sera, sans nul doute, une des formes les plus pratiques de l'éclairage de demain.

Mais si ce sont là les trois faits principaux qui ont

augmenté la nouvelle édition en dehors des limites jusque-là observées, ils n'ont pas empêché l'auteur de parfaire son œuvre de revision en notant tout au long de l'ouvrage les progrès les plus saillants de la science électrique : les nouvelles lampes, l'électrochimie, en particulier, ont été l'objet de remaniements nombreux; quelques précisions ont été données sur le grand problème de la fixation de l'azote, pour lequel l'auteur est particulièrement documenté, puisque ce sont ses appareils de liquéfaction qui fournissent ou vont fournir l'azote pur destiné à la fabrication de la cyanamide dans les plus grandes usines de l'étranger : Italie, Suède, etc.

Cet ouvrage prend, en beaucoup d'endroits, l'allure d'une autobiographie. C'est un luxe que beaucoup d'auteurs ne pourraient se payer; ce sera pour la nouvelle édition de *l'Électricité à la portée de tout le monde* un élément d'intérêt nouveau — et non des moins puissants.

Traité de chimie générale, par W. Nernst, traduit sur la 6e édition allemande, par A. Corvisy. Deuxième partie : *Transformation de la matière et de l'énergie*. Un volume, format 25 × 16 cm, de 422 pages, avec figures. Prix : 10 francs (Paris, librairie scientifique A. Hermann et fils).

Ce magistral traité mérite d'être signalé aux électriciens, car il est bien reconnu que l'électrochimie deviendra certainement l'une des applications les plus importantes de l'énergie électrique. C'est pourquoi les électriciens ont le plus grand intérêt à compléter leurs connaissances en chimie et ils ne sauraient trouver de meilleur guide que le traité du savant directeur de l'Institut de chimie physique de l'Université de Berlin, si exactement traduit et augmenté de notes par M. Corvisy qui a eu l'heureuse idée de mettre cet ouvrage à la portée des chimistes et électriciens français qui ne sont point familiarisés avec la langue allemande.

Nous avons déjà signalé à nos lecteurs la publication de la première partie de ce traité (1) dans lequel on traite des propriétés générales de la matière et où est exposée l'étude de l'atome et de la molécule.

Le deuxième volume est consacré à l'étude des transformations de la matière et des transformations de l'énergie fondée sur la théorie de l'affinité.

En ce qui concerne les transformations de la matière. auteur expose successivement la loi de l'action chimique des masses, la statique chimique des systèmes homogènes et hétérogènes, l'équilibre chimique dans les solutions salines et la cinétique chimique.

Le livre IV, qui traite des transformations de l'énergie, est consacré à la thermochimie et à l'électrochimie et se termine par la photochimie.

Le traducteur a complété ce volume par trois notes relatives, la première aux membranes semi-perméables et à la détermination des poids moléculaires par la mesure de la pression osmotique; la seconde à la radioactivité, et la troisième au nombre absolu de molécules que contient un volume gazeux.

Il est certain que ce traité trouvera en France le même succès que celui dont il a été l'objet dans les pays de langue allemande.

(1) Voir l'*Electricien*, tome XLI ; 1er semestre 1911, page 110.

Fortschritte der Elektrotechnik (*Les progrès de l'électrotechnique*), par le Dr Karl Strecker. 25e année, 1911, 1er fascicule. Un volume, format 25 × 16 de 312 pages. Prix : 9 mark (Berlin, Julius Springer, éditeur).

Cet utile recueil continue régulièrement sa publication et constitue le répertoire le plus complet de tout ce qui est publié sur l'électrotechnique dans le monde entier.

La costruzione delle linee elettriche aeree per telegrafi, telefoni, transporti industriali e trazione elettrica (*La construction des lignes électriques aériennes pour télégraphes, téléphones, transports industriels d'énergie et traction électrique*), par Italo Brunelli, inspecteur général des télégraphes. Un volume, format 25 × 17 cm de 328 pages, avec 74 figures. Prix : 7,50 fr. (Rome, imprimerie Colombo).

Ce travail des plus intéressants est divisé en trois parties principales.

Dans la première partie, consacrée au matériel de ligne, l'auteur décrit successivement les différents types de conducteurs, les modèles d'isolateurs et de leurs supports et les appuis en bois, fer, ciment armé, etc., ainsi que les appuis spéciaux, tels que ceux utilisés pour la traction électrique.

La deuxième partie constitue une étude des lignes au point de vue mécanique. Cette partie de l'ouvrage, très documentée, sera consultée avec avantage par tous les électriciens qui ont à construire des lignes, car c'est le point le plus important à considérer dans tout projet d'exécution.

La troisième partie contient toutes les indications pratiques nécessaires pour procéder aux travaux de construction d'une ligne, depuis les travaux préliminaires jusqu'à l'exécution complète.

Dans un appendice, l'auteur donne quelques renseignements sur les câbles aériens, souterrains et sous-marins, ainsi que sur leur pose.

Peu d'ouvrages ont été jusqu'à présent écrits sur cette partie si importante des installations électriques et M. Brunelli a fait œuvre utile en publiant un travail aussi bien compris où rien d'indispensable n'est omis.

J. A. M.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Nettoyage électrique par le vide.

La figure 9 représente un nouveau dispositif de nettoyage par le vide, où l'on se sert d'un câble électrique pour relier la dynamo génératrice au moteur électrique; en principe, l'appareil comporte un petit moteur à essence de 1 ch qui actionne une dynamo de 400 watts à 110 volts.

On utilise surtout cet appareil quand on ne dispose pas d'un courant électrique convenable et ses avantages le désignent tout particulièrement pour ce genre d'opération; compacte, bien que légère, la caisse à poussières se transporte aisément d'une pièce à l'autre de l'habitation, le groupe électrogène sur truck étant installé à proximité de la construction à assainir, sur le trottoir ou dans une cour.

Une fois mis en route, on règle la tension et on fait facilement passer le câble électrique à travers les appartements jusqu'à l'appareil de nettoyage proprement dit; on supprime donc ainsi ces tuyaux longs et gênants qui devaient pénétrer dans le bâtiment par les baies et risquaient d'endommager les peintures ou même les boiseries, d'où des frais possibles de réfection.

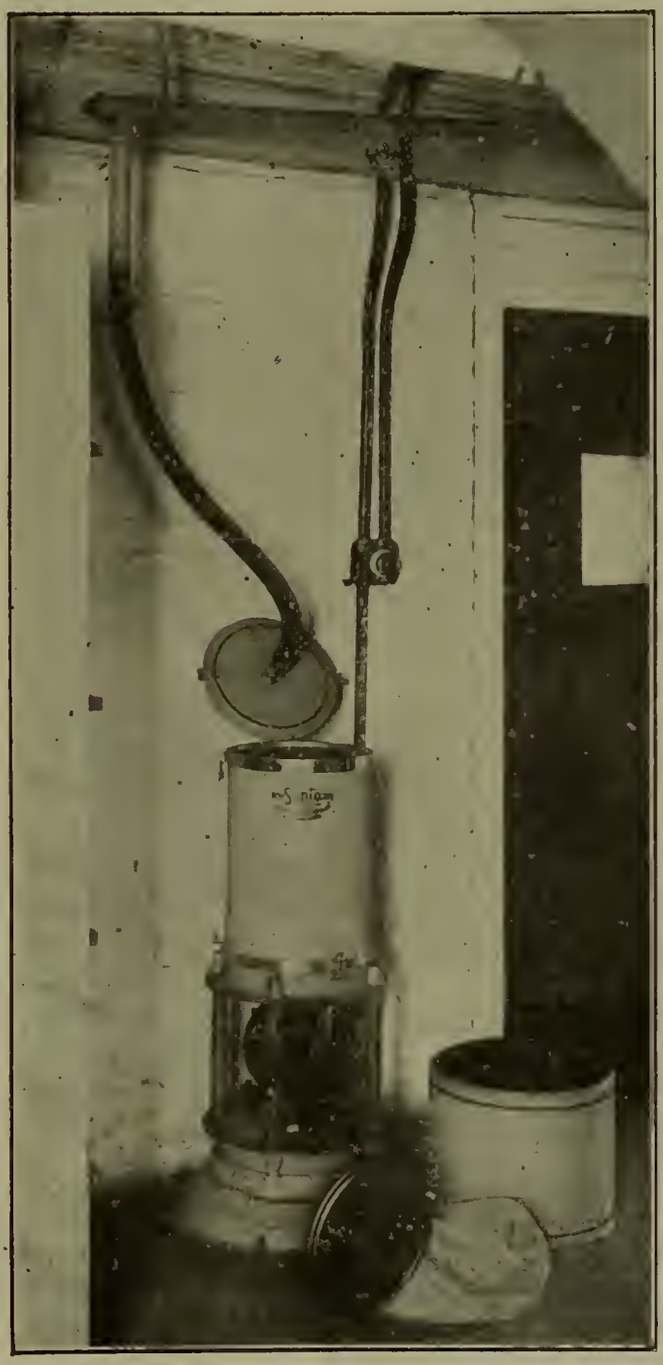


Fig. 9.

Au contraire, cet appareil portatif se déplace aisément de chambre en chambre et opère d'autant plus rapidement.

L'appareil à poste fixe qui est représenté consiste en un moteur à essence ou à gaz de 1 ch, fixé sur un large socle en bois il commande une dynamo de 500 watts, directement par courroie montée sur le volant. Le moteur est du système Hopper Cooled, bien accessible et fonctionnant sans à-coups.

La génératrice est du modèle demi fermé et produit un courant continu de 400 watts, suffisant pour actionner deux appareils de nettoyage ou un seul duplex à poste fixe ou pour alimenter 16 lampes de 25 watts à filament de tungstène; enfin, en y adjoignant un régulateur approprié, cet ensemble se présente en tout temps comme très accessible et pratique.

Franck C. Perkins.

La téléphonie dans le service des trains aux Etats-Unis.

Depuis une soixantaine d'années, la télégraphie est le procédé de transmission le plus ordinairement employé pour l'échange des communications relatives à la marche des trains; la téléphonie, dans sa forme actuelle et avec l'outillage dont on dispose aujourd'hui, lui est supérieure à différents égards. Le télégraphe était déjà amené à un grand degré de perfection, alors que le téléphone était encore dans l'enfance et il se comprend facilement que les grandes compagnies de chemin de fer aient hésité longtemps avant d'abandonner une méthode qui leur donnait toute satisfaction pour une autre avec laquelle elles n'étaient pas familiarisées.

Aussi, en dehors de quelques tentatives, comme cetles du *New Orleans and Morth Eastern Railway*, en 1883, du *Lake Erie Alliance and Wheeling Railroad*, etc., le téléphone n'a-t-il guère été employé, jusqu'en 1906 environ, que pour assurer le mouvement dans les gares terminus ou dans le voisinage immédiat de celles-ci.

Il y a quatre ans, une tendance toute nouvelle se manifesta cependant parmi les grandes compagnies américaines; depuis un certain temps déjà, celles-ci éprouvaient de sérieuses difficultés à recruter le personnel télégraphiste nécessaire et l'habileté professionnelle de leurs agents fléchissait sensiblement, lorsqu'une décision du Conseil fédéral limitant à neuf heures la durée du travail journalier du personnel chargé d'assurer l'échange des communications, vint aggraver beaucoup la situation. En vue de faire face aux exigences créées par cette décision, il n'eût pas fallu moins de quinze mille télégraphistes nouveaux et, outre que cette extension aurait occasionné une dépense considérable, il ne paraissait pas possible de la réaliser, les professionnels faisant défaut.

Pour se soustraire à ces difficultés, les compagnies intéressées songèrent à recourir à l'emploi du téléphone, en l'appropriant aux méthodes de travail employées en télégraphie.

La première installation de téléphonie, avec le nouvel outillage, fut exécutée en octobre 1907, par la Compagnie du *New-York Central*, entre Albany et Fonda, soit sur une distance de 64 km; peu de temps après, le chemin de fer de *Burlington* installa également des circuits de téléphonie sur une section à double voie, puis sur plusieurs lignes simples; le succès de ces installations fut bientôt suffisamment certain pour que l'emploi du téléphone s'étendît rapidement.

Aujourd'hui, le système est appliqué aux Etats-Unis sur 34 885 milles de lignes; les compagnies les plus importantes l'utilisent à l'exclusion de tout autre : le *Canada Pacific Railway*, sur 3955 milles de lignes; l'*Atchinson Topeka and Sante Fe*, sur 3844; le *Great Northern*, sur 3881; l'*Illinois Central*, sur 2550; le *Chicago-Burlington-Quincy*, sur 2383; le *Chicago-Rock Island-Pacific*, sur 2248; le *Pensylvannia Railway*, sur 2137, etc. (1).

Le problème qu'il fallut résoudre était cependant complexe, comme on peut s'en rendre compte en examinant de quelle façon le service de l'expédition des trains est assurée lorsque l'on applique la télégraphie.

Toute ligne de chemin de fer est, aux Etats-Unis, partagée en un certain nombre de sections, sur lesquelles le service est entièrement réglé par un agent expéditeur.

Cet agent spécial a la responsabilité complète de toute la section; pour chaque section, un horaire lui est fixé, indiquant les heures normales de départ et d'arrivée ainsi que l'heure de croisement des trains; mais il lui appartient de modifier cet horaire, chaque fois qu'un accident ou une perturbation l'exige, et de prendre toutes les mesures nécessaires pour que le service se fasse dans les conditions les plus favorables.

Le long de la ligne est à cette fin établi un circuit de service et la ligne à son tour est divisée en sections ou blocks, commandés chacun par un opérateur de block. L'agent expéditeur, tenu au courant des arrivées, des départs, des retards, des accidents, etc., par les opérateurs de block, donne à ceux-ci les ordres de marche qui sont ensuite transmis, par les opérateurs, au personnel des trains.

Ordinairement, chaque ordre est envoyé simultanément à plusieurs opérateurs à la fois; à cette fin, l'agent expéditeur appelle les opérateurs intéressés; puis, lorsqu'ils sont tout prêts, il leur transmet son message, qui est ensuite colla-

(1) *Telephone Train Despatching*, *Electrical Review*, Chicago, 17 juin 1911, p. 1228 (d'après un bulletin de l'*Interstate commerce Commission*.)

tionné par chacun des opérateurs successivement.

Afin de garantir la continuité du travail, les lignes télégraphiques ordinaires longeant la voie sont bouclées dans toutes les cabines et les opérateurs peuvent, en cas de besoin, isoler toute section défectueuse et la remplacer par une section quelconque de ligne télégraphique; le service est alors interrompu sur cette ligne; mais le fonctionnement des appareils de sécurité a assez d'importance pour que l'on y sacrifie les autres.

Pour que l'échange téléphonique des communications fût comparable à la transmission télégraphique, il fallait donc :

1° Pouvoir installer, sur des lignes de 200 à 400 km, des postes de communication à 5 ou 8 km de distance, soit à raison de 20 à 50 par ligne;

2° Permettre à l'agent expéditeur, chargé d'une section, de se mettre en communication avec l'un quelconque de ces postes ou avec plusieurs à la fois et de correspondre régulièrement avec eux;

3° Faire en sorte que l'un quelconque des postes pût également entrer en conversation avec l'agent expéditeur;

4° Pourvoir la ligne de dispositifs de sûreté et de vérification permettant d'essayer rapidement et de remplacer toute section devenant défectueuse.

Enfin, étant données les raisons qui pouvaient motiver l'abandon du télégraphe, il fallait, pour que le téléphone échappât aux inconvénients que l'on voulait éviter, que :

1° Le service pût être assuré plus facilement et plus rapidement qu'avec la télégraphie;

2° Des agents, non spécialement chargés de la transmission ou de la réception des ordres de marche et simplement au courant du service des trains, par exemple, fussent à même de concourir à l'exécution du travail;

3° Les appels pussent être envoyés pendant le travail, de manière à économiser le temps des opérateurs;

4° L'agent expéditeur fût automatiquement avisé de ce que son signal d'appel a été bien reçu par la station appelée.

La plupart de ces conditions sont toutes différentes de celles qui s'étaient présentées antérieurement dans l'exploitation téléphonique et elles demandaient une solution exceptionnellement étudiée et parfaite, à raison de la grande importance du service à assurer; voici, d'après différentes études récemment publiées à ce sujet dans la presse technique américaine (1) ainsi que d'après les brevets relatifs aux appareils dont il s'agit, la description sommaire des principaux appareils mis en usage pour résoudre le problème posé.

Méthode d'appel des postes. — Examinons en premier lieu de quelle façon les postes peuvent s'appeler mutuellement.

Pour ce qui concerne d'abord l'agent expéditeur même, son appel par les postes intermédiaires s'effectue sans aucun dispositif spécial.

L'agent expéditeur est, en effet, muni d'un téléphone serre-tête et d'un microphone de poitrine et ses appareils sont constamment en circuit; pour entrer en relation avec lui, l'opérateur de poste intermédiaire qui désire lui parler s'intercale simplement sur la ligne, écoute afin de s'assurer qu'aucune communication n'est engagée, puis il attire son attention, simplement par la parole.

L'appel des postes intermédiaires par l'agent expéditeur comporte, par contre, l'usage d'organes spéciaux, les sélecteurs, à l'aide desquels l'opérateur peut faire intervenir dans le circuit l'un quelconque des postes sans déranger les autres.

Le sélecteur est d'ailleurs un instrument bien connu en télégraphie et certains des dispositifs, expérimentés dans l'application spéciale dont nous nous occupons, ne sont pas différents de ceux utilisés déjà pour les relations télégraphiques d'une manière plus ou moins étendue.

Nous en distinguerons trois catégories principales :

1. Ceux basés sur l'emploi du code et dont le type est le sélecteur de Gill : ils sont actionnés par des émissions longues ou courtes ou par des émissions espacées diversement que l'opérateur envoie sur la ligne et qui mettent dans la position d'appel le sélecteur auquel correspond la combinaison de signaux envoyée;

2. Les sélecteurs synchrones, principalement représentés par le *Wray Cummings*. Ces instruments sont mis en marche simultanément, à tous les postes, par l'agent expéditeur; ils relient successivement à la ligne le circuit d'appel de leur poste, de sorte que l'émission produite, au moment voulu, par l'agent expéditeur, n'atteint que le poste intéressé;

3. Les sélecteurs *step-by-step*, dont le type est celui de la *Western Electric Cy*; les appareils de

(1) Voir notamment G. Brown, *Some recent developments in railway telephony*, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, juillet 1911, p. 631.

cette catégorie sont actionnés par des émissions successives, dont le nombre détermine le numéro du poste appelé.

A côté de ces trois principaux dispositifs existent également des sélecteurs polarisés, où l'avancement est produit par les émissions dans un sens et l'appel par une émission de sens contraire; ils sont moins en faveur que les premiers, parce qu'il peut arriver que les fils de la ligne soient intervertis, dans les essais ou les réparations, et qu'avec les instruments de cette espèce, il résulterait de cette interversion une interruption tout au moins temporaire, totale ou partielle de l'installation de signalisation.

Le sélecteur Gill se compose essentiellement d'une roue à rochet, d'un électro-aimant et d'un cliquet d'arrêt muni d'un dispositif retardateur (fig. 10).

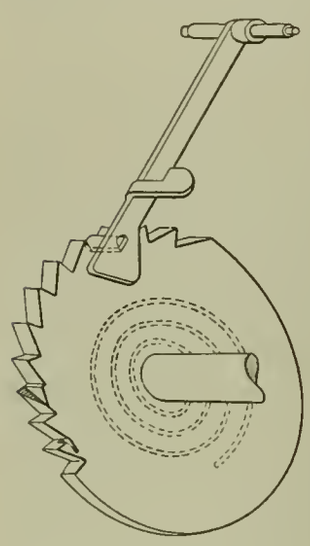


Fig. 10.

La roue à rochet est actionnée par l'électro-aimant et elle avance d'une dent à chaque déplacement de l'armature; le cliquet d'arrêt sert à l'immobiliser; il peut prendre deux positions différentes, selon que l'émission est longue ou brève, grâce à l'élément retardateur.

Celui-ci consiste en une roue métallique montée sur un axe de petit diamètre qui peut rouler sur un plan incliné, à une vitesse relativement faible, par suite de la finesse de l'axe.

Normalement, le levier d'avancement de la roue à rochet, relevé sous l'action du ressort, arrête la roue; mais lorsque l'électro-aimant l'attire, il abandonne la roue et la laisse descendre sur le plan.

Si l'émission est longue, cette roue a le temps d'arriver à l'extrémité de sa course; elle ne fait qu'une partie du trajet si l'émission est brève.

Dans le premier cas, le cliquet tombe à fond dans les encoches de la roue à rochet; dans le second, il ne descend qu'à mi-profondeur.

Les dents de la roue à rochet des sélecteurs sont dissemblables; les unes sont régulières, d'autres sont découpées par une rainure diagonale dans leur moitié inférieure, sur d'autres encore, la moitié supérieure est enlevée.

Le levier d'avancement est muni d'une pièce semi-circulaire qui tombe à l'arrivée des dents et immobilise la roue; cependant, si la dent est découpée, elle pousse le levier latéralement et, ainsi libérée, elle revient dans sa position initiale sous l'action de son ressort spiral.

Pour que la roue à rochet exécute un déplacement angulaire complet, il faut donc que le cliquet ne tombe jamais dans une position telle qu'il puisse être repoussé et la libérer; cette condition n'a lieu que pour un seul des sélecteurs, répondant à la combinaison d'émissions formées.

C'est ce seul sélecteur qui peut établir le contact du circuit d'appel et faire fonctionner la sonnerie.

L'envoi des combinaisons d'émissions par le poste de l'agent expéditeur est produit au moyen de clés formées d'un mécanisme d'horlogerie et d'un disque de transmission, fournissant automatiquement les impulsions dans l'ordre voulu.

Dans le système *Wray Cummings*, les signaux sont envoyés au moyen d'un combinateur ou sélecteur principal installé au poste de l'agent expéditeur et consistent essentiellement en un mouvement d'horlogerie ordinaire sur l'axe des secondes duquel est monté un levier de contact.

Ce levier se déplace au-dessus d'un système de trente contacts isolés, disposés de façon à pouvoir former un circuit de batterie locale sur un relais au moment où le levier y passe.

Pour appeler un poste de ligne, l'agent expéditeur appuie sur le bouton d'appel, lequel actionne les relais provoquant le départ de tous les sélecteurs.

Ceux-ci sont semblables au combinateur, avec cette différence que chacun d'eux ne porte qu'un contact, placé au point voulu de la circonférence

Les différents appareils se déplaçant simultanément et synchroniquement, lorsque le levier du combinateur arrive sur le dixième secteur, par exemple, tous les leviers des sélecteurs se trouvent dans une position correspondante.

Si l'opérateur a appuyé sur le bouton de ce secteur, un courant est envoyé sur la ligne et ce courant n'atteint que le poste où, à ce moment, le levier du sélecteur se trouve sur un contact, c'est-à-dire le n° 10.

Ce système peut donner de bons résultats, mais il est relativement lent; il faut, en effet, une minute pour attendre le trentième poste du circuit.

Le système de la *Western Electric Company* est probablement le plus répandu de tous ceux mis en pratique jusqu'ici, c'est aussi d'ailleurs le plus simple et le plus rapide.

Dans ce système (fig. 11), le sélecteur se compose essentiellement de deux électro-aimants, montés sur un même bâti, l'un à action rapide,

l'autre à action lente, et agisssant sur une roue à rochet portant le bras de contact.

Cette roue est soumise à l'action d'un ressort

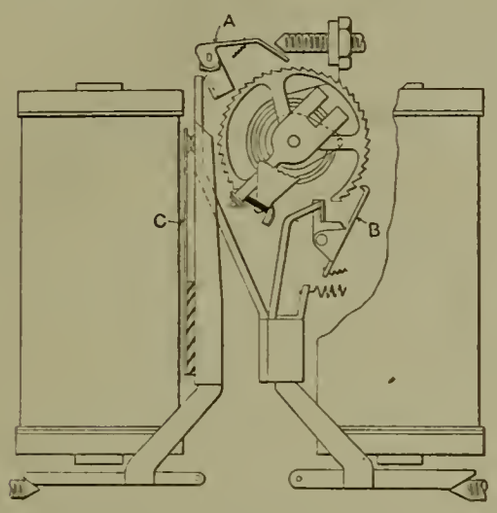


Fig. 11.

spiral qui tend à la ramener dans la position de repos et en sens inverse duquel doivent donc agir les électro-aimants.

L'avancement de la roue est produit par un cliquet, qu'actionne l'électro aimant rapide; un cliquet de retenue sert à immobiliser la roue dans la position qui lui a été donnée.

Mais les deux cliquets ne peuvent faire prise dans les dents de la roue dentée que si l'armature de l'électro-aimant lent est attirée: c'est cette armature qui, par l'intermédiaire de leviers, amène les cliquets dans la position voulue, pour que les déplacements de l'armature du relais rapide puissent être communiqués au cliquet d'avancement et pour que le cliquet de retenue empêche le recul du mécanisme.

Pour mettre le sélecteur en marche, l'opérateur provoque donc l'envoi sur la ligne d'une émission longue qui détermine le déplacement des deux armatures, puis d'émissions brèves, se succédant avec rapidité, qui font avancer la roue d'un cran chacune.

Après un nombre déterminé d'émissions, disons 10, s'il s'agit du dixième sélecteur, la roue a avancé de 10 crans et a amené le levier de contact en regard d'un contact fixe.

Afin de produire l'appel, la dernière émission est prolongée, de sorte que le contact établi entre les deux pièces prémentionnées est maintenu.

Dans les neuf postes précédents (les numéros 1 à 9) le levier de contact a également passé sur le contact fixe, à la première, la deuxième, la troisième émission respectivement; mais comme ce contact est monté sur le levier du relais rapide et que les déplacements de celui-ci se font à la vitesse de 8 à 10 crans par seconde, la durée du contact est trop courte pour que le signal d'appel soit lancé si, au moment où ce contact se fait, le mouvement n'est pas arrêté, ainsi que c'est le cas pour le sélecteur du dixième poste, après la dixième émission.

Lorsque le courant est interrompu sur la ligne les deux armatures retombent et, par le fait, le cliquet de retenue cesse de faire prise avec la roue à rochet, qui est ramenée à sa position initiale.

Le levier de contact, qui est terminé par une pointe de platine, repose, à l'arrêt, contre un butoir déplaçable et isolant en forme de secteur; du côté opposé, ce butoir est muni d'une pointe de contact en platine, reliée au contact fixe principal, de façon que l'on puisse produire un appel à tous les postes simultanément en envoyant sur la ligne un nombre d'émissions suffisant pour faire faire un tour complet à la roue à rochet.

Les électro-aimants du sélecteur possèdent chacun deux enroulements; celui à action ralentie est muni, en outre, sur ses noyaux, de gaînes de laiton; ce sont ces gaînes qui le rendent insensible aux courtes interruptions entre les émissions successives.

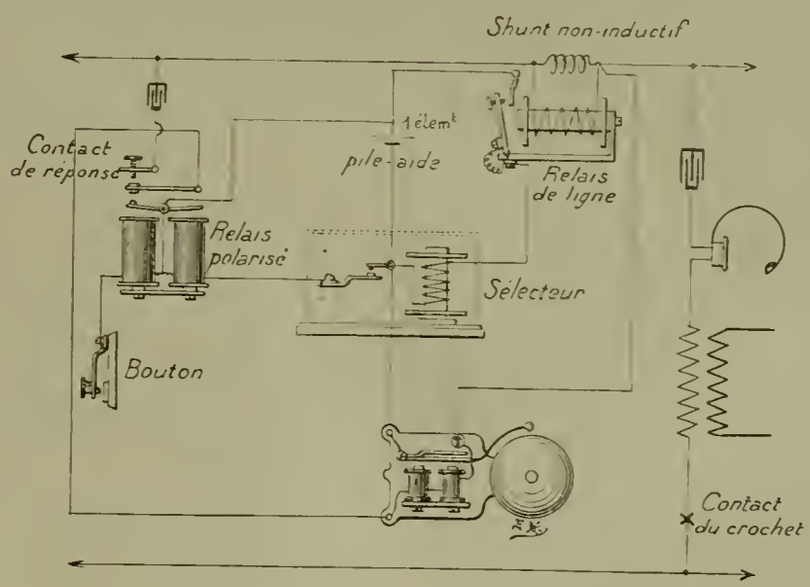


Fig. 12.

Montage des postes intermédiaires. — Mais il ne suffit pas que les postes intermédiaires soient munis de sélecteurs, il faut encore que, ces sélecteurs devant rester sur le circuit pour tous les postes inoccupés, les signaux d'appel puissent atteindre régulièrement les divers postes; de même, il est nécessaire, comme nous l'avons vu, que les communications puissent s'établir sans être affectées par des dérivations trop prononcées vers les stations extérieures.

Dans les premières installations (fig. 12), celles du système Gill, par exemple, les sélecteurs n'étaient pas branchés directement sur la ligne, mais étaient actionnés en local au moyen d'un relais; il en était ainsi aussi du circuit de la sonnerie.

Le relais de la sonnerie établissait, en outre, indépendamment du circuit de la sonnerie, un circuit dérivé pour le relais de ligne, un condensateur de 0,1 microfarad et le contact de la sonnerie vibratoire destiné à l'avertir de la réception de son appel par le poste intéressé.

Les signaux d'appel n'étaient transmis que sur un fil seulement, afin de laisser le circuit métallique complet pour l'échange des commmunications téléphoniques; les relais de ligne étaient montés en série et ils étaient placés alternativement sur l'un et l'autre fil, de façon que l'équilibre restât aussi parfait que possible.

On employait des relais très sensibles, munis d'un enroulement principal de 20 ohms et d'un shunt non inductif de 30 ohms, tels que l'on utilise comme relais de supervision dans les installations téléphoniques.

Par la suite, il fut reconnu que les pertes occasionnées par ces relais étaient encore trop fortes et qu'ils ne permettaient pas d'établir un équilibre réellement satisfaisant; les effets des décharges atmosphériques sur les installations avec des appareils mis ainsi en série étaient, en outre, désastreux.

Aussi, dans les installations actuelles (fig. 13), les liaisons avec la terre sont supprimées et l'on n'emploie plus de relais de ligne, les sélecteurs étant reliés directement en dérivation sur le circuit; ils ont un enroulement de 4500 ohms de résistance et ils sont munis d'une résistance additionnelle, de façon que le courant dérivé reçu soit identique pour tous.

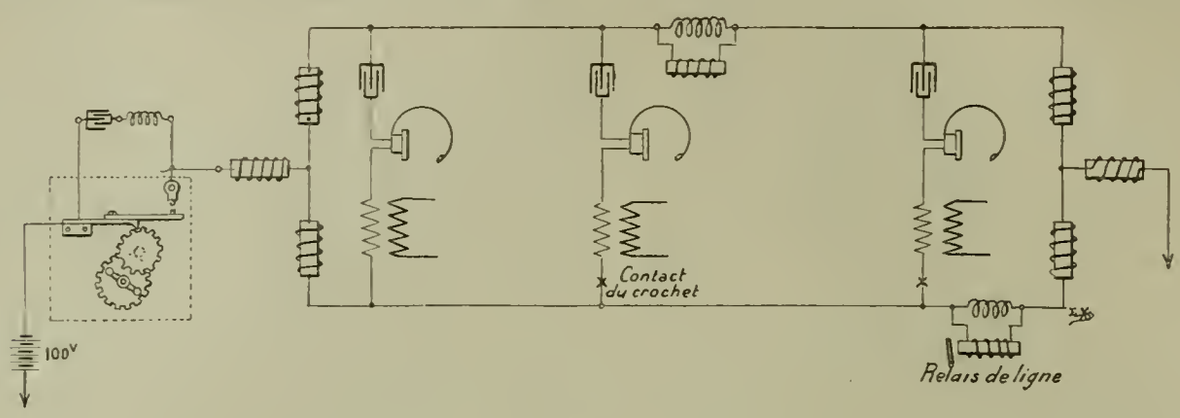


Fig. 13.

Le signal de vérification est donné en mettant en série avec le sélecteur, le contact de la sonnerie et la batterie un enroulement secondaire placé sur les bobines du sélecteur; ce courant envoyé sur la ligne produit, dans le téléphone de l'agent expéditeur, le signal de vérification.

Les sélecteurs travaillent normalement avec un courant de 10 milliampères, mais l'intensité peut tomber à une valeur beaucoup plus faible sans que leur fonctionnement en soit affecté.

Des bobines de self-induction et des condensateurs sont installés à l'extrémité de la ligne, du côté de l'agent expéditeur, pour graduer les émissions d'appel, de manière qu'elles ne nuisent pas à la communication téléphonique.

Des condensateurs sont mis en série avec les récepteurs pour empêcher les mêmes émissions

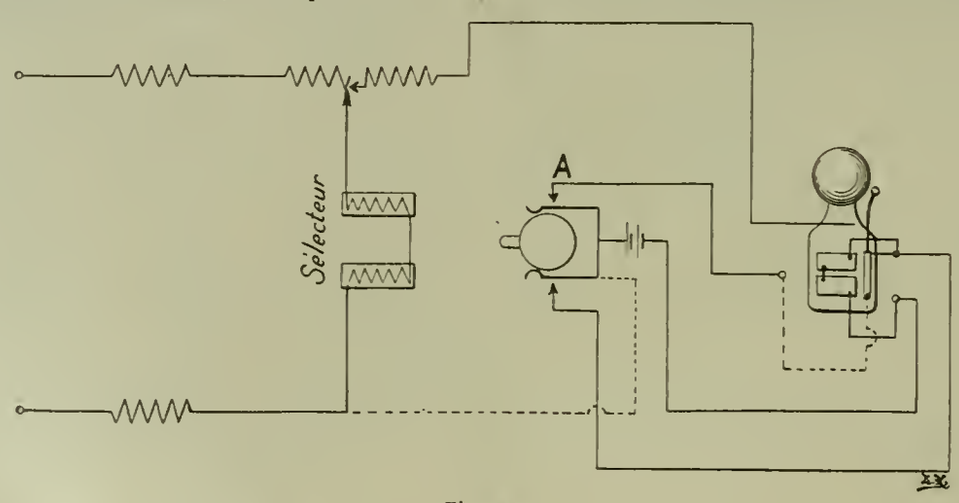


Fig. 14.

de se dériver sur les circuits de conversations.

Le schéma d'installation d'un sélecteur de la Western Electric Company dans un poste intermédiaire est donné figure 14.

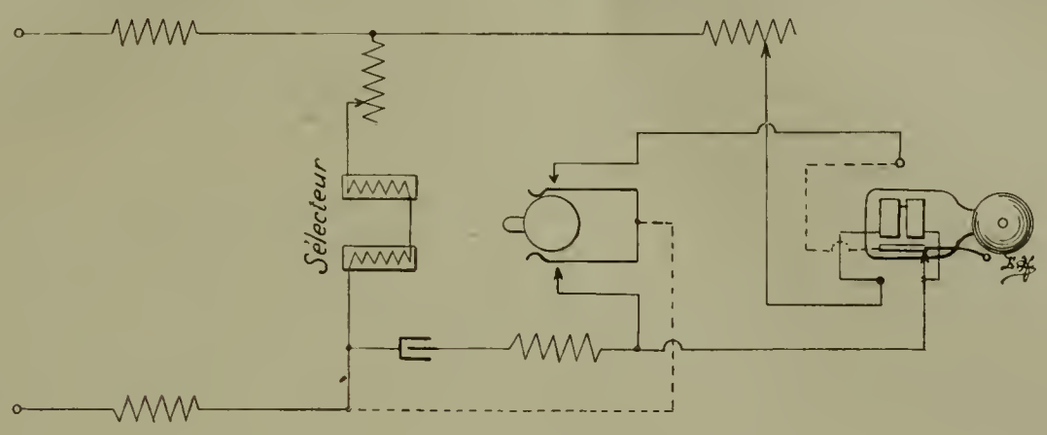


Fig. 15.

Le sélecteur est, comme on le voit, protégé par deux bobines de retardation de 40 ohms de résistance, placées de part et d'autre et qui le mettent à l'abri des décharges atmosphériques.

Les enroulements ont une résistance de 3750 ohms; une résistance additionnelle variable sert à uniformiser le courant entre les différents postes.

Lorsqu'un poste est appelé, un contact s'établit en A, dans les conditions qui ont été indiquées ci-dessus et ainsi se trouve fermé le circuit local sur la sonnerie vibratoire.

Celle-ci est munie elle-même d'un contact qui établit et coupe successivement la liaison d'une résistance de 10 000 ohms avec la ligne, provoquant ainsi l'envoi à l'agent expéditeur d'un signal avertisseur.

Une autre disposition (fig. 15) permet d'utiliser le courant de la station de départ pour l'excitation de la sonnerie des postes intermédiaires; mais celle-ci doit alors être munie d'un enroulement de grande résistance, de 1100 ohms et une résistance additionnelle doit équilibrer le courant absorbé par la sonnerie des différents postes; il n'est pas bon d'employer à cette fin la résistance additionnelle des sélecteurs, parce que la chute de tension y est alors trop forte.

L'envoi des émissions par l'agent expéditeur est produit au moyen de clés à manivelles, disposées, à raison d'une par poste, dans une cabine où elles sont montées au moyen d'un loquet; elles peuvent en être extraites facilement et rapidement sans que les connexions électriques soient interrompues pour les autres.

Ces clés consistent en un train d'engrenages dont la vitesse est contrôlée par un régulateur spécial; les roues de contact sont identiques pour tous les postes; mais des segments permettent d'aveugler la partie nécessaire pour différencier les appels.

De même que les sélecteurs, les clés sont donc universibles et il suffit de disposer de quelques instruments de réserve, ou même d'un seul, pour pouvoir remplacer sans délai tout dispositif pouvant devenir défectueux.

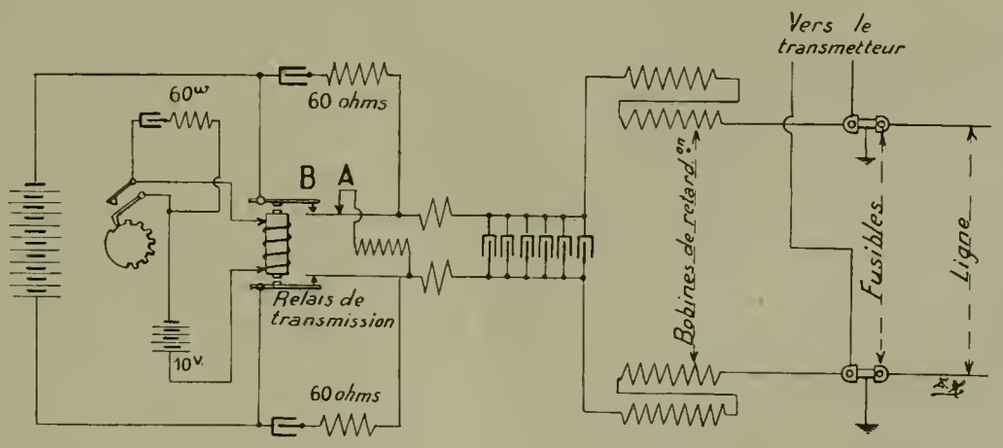


Fig. 16.

Le schéma du circuit du poste de l'agent expéditeur et du circuit de ligne est donné figure 16.

Toutes les clés sont montées en parallèle et la mise en mouvement de l'une quelconque d'entre

elles provoque, en premier lieu, le fonctionnement du relais de transmission qui relie la pile principale au circuit extérieur.

Pour protéger les contacts, on les shunte par des capacités et des résistances; d'autre part, les émissions sont amorties ou graduées au moyen de trois bobines retardatrices et de condensateurs (de 6 microfarads), de manière que le bruit produit dans le téléphone soit atténué autant que possible.

On peut remarquer sur la figure 16 que le relais de transmission est muni d'un contact additionnel A; voici quel est le but de ce contact:

L'expérience a fait constater que, si un accident vient à se produire sur la ligne et ne laisse en circuit qu'un petit nombre de sélecteurs, le fonctionnement de ceux-ci est compromis par suite de ce que les mouvements de l'électro-aimant rapide ne s'effectuent plus régulièrement: l'armature ne retombe pas au repos entre les émissions et les appels sont donc faussés.

On avait d'abord cru pouvoir supprimer ce défaut en employant des électro-aimants dimensionnés de telle façon que la saturation magnétique y soit déjà à peu près atteinte dans les conditions normales, les intensités supérieures ne pouvant plus dès lors déterminer de renforcement appréciable de l'aimantation. Toutefois, l'amélioration obtenue par cette disposition n'a pas été suffisante.

La cause du défaut est, en effet, partiellement due aux condensateurs dont la décharge sur la ligne devient suffisante pour prolonger l'émission au point d'empêcher le retour de l'armature.

Grâce au contact supplémentaire A, qui s'établit au moment où le contact de pile B est rompu et se rompt lorsque le contact de pile B s'établit, les condensateurs se déchargent sur un circuit dérivé de résistance relativement faible, 250 ohms.

Postes microtéléphoniques. — Les circuits de téléphonie sont généralement constitués de fil de cuivre n° 9 de la jauge Brown et Sharpe, avec lequel il est commercialement possible de téléphoner dans de bonnes conditions à 750 km environ de distance; comme cette distance es sensiblement plus grande que la longueur ordinaire des sections (il n'y en a que peu ayant plus de 400 km), on peut établir la communication simultanément avec plusieurs postes; les ponts constitués par les sélecteurs n'ont pas d'effet appréciable; pour les fréquences moyennes des courants téléphoniques, la résistance apparente des appareils du type W. E., par exemple, est d'environ 90 000 ohms et même, avec 40 sélecteurs en circuit, la portée de transmission est à peine affaiblie de 1/480.

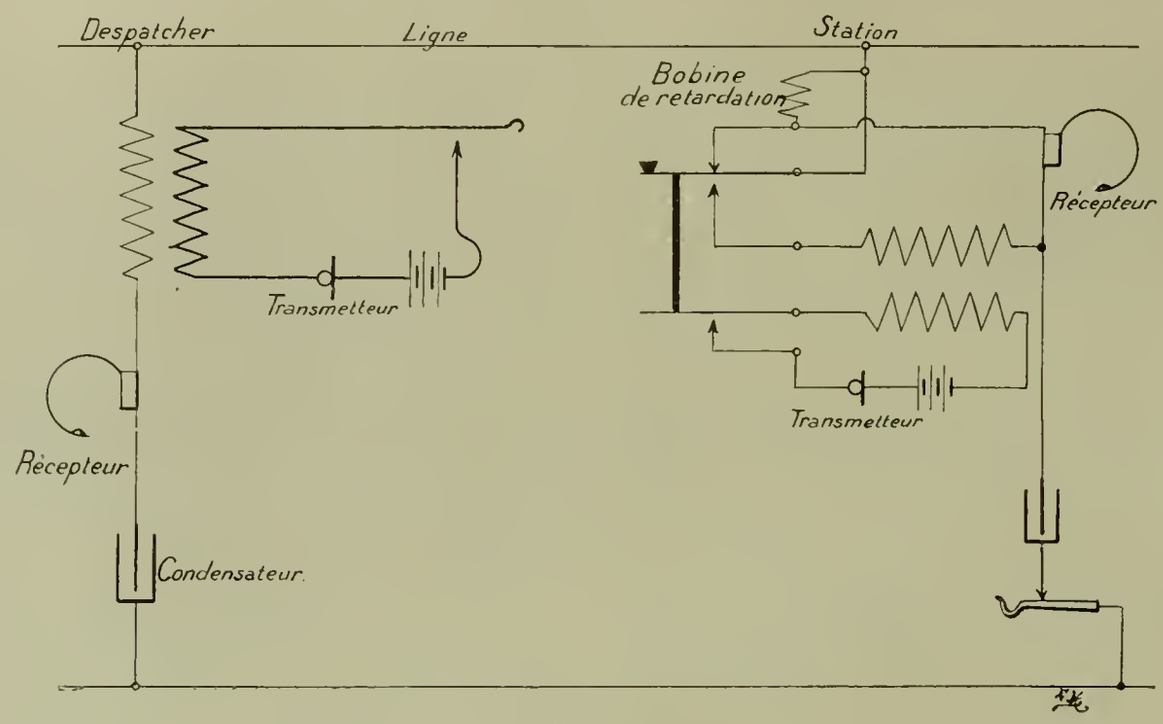


Fig. 17.

Dans les premières installations, les postes téléphoniques étaient installés d'après le système ordinaire à batterie locale; pendant le travail, avec ce mode de montage, le condensateur, le récepteur et le secondaire de la bobine d'induction sont en série.

On employait habituellement des bobines à

secondaire de 20 ohms; le récepteur avait 70 ohms de résistance et la capacité du condensateur était de 2 microfarads. La résistance apparente du pont ainsi formé est d'environ 600 ohms, dont 300 pour les organes récepteurs proprement dits; si plusieurs postes sont en parallèle simultanément sur la ligne, la résistance apparente est très faible et la transmission se fait difficilement.

Les conditions à réaliser pour améliorer la transmission et la réception sont contradictoires; si l'on augmente la résistance du secondaire de la bobine, la répartition des courants est meilleure, mais la réception n'en bénéficie pas sensiblement; c'est la transmission à partir des postes intermédiaires surtout qui en est améliorée; avec des récepteurs de plus forte résistance, la réception se fait mieux, mais la transmission est affaiblie.

Dans les postes actuels, on emploie un mode de montage qui, au moyen d'une clé, permet de disposer le poste de manière que la réception soit plus forte; le schéma de ce système est donné figure 17.

Dans la position normale, pour la réception, le circuit dérivé ne comporte qu'un récepteur spécial et un condensateur; le récepteur a une résistance réelle de 700 ohms et une résistance apparente de 2500 ohms; dans la position de transmission, le circuit du transmetteur est fermé et le secondaire de la bobine est relié à la ligne; les courants produits se répartissent entre la ligne, le condensateur et le récepteur, par l'intermédiaire d'une bobine retardatrice; celle-ci a une résistance apparente de 6000 ohms; grâce à ce shunt, l'agent expéditeur peut se faire entendre de l'opérateur, pour l'interrompre, par exemple, lorsque celui-ci lui parle.

On emploie une bobine d'induction spécialement construite pour le service des chemins de fer; le transmetteur est un microphone à pastille de résistance moyenne, fournissant une transmission puissante et claire, avec trois éléments de pile.

En général, une vingtaine de postes récepteurs pourraient être branchés à la fois sur la ligne; la transmission se ferait même, en cas de besoin, avec 25 ou 30 récepteurs simultanément; dans les conditions normales, il est rare que plus de 15 aient à intervenir.

Une autre disposition, que montre la figure 18 comprend, comme la précédente, une clé actionnée pour mettre le poste sur transmission.

Dans la position de repos, les courants reçus parcourent la bobine retardatrice, un récepteur de 70 ohms, le secondaire de la bobine d'induction et un condensateur; la bobine retardatrice est réglable par le déplacement de son noyau et elle permet de régler la résistance apparente des différents postes, de manière à égaliser entre eux la répartition des courants téléphoniques, indépendamment de leur éloignement par rapport au poste transmetteur; l'impédance du pont est de 4300 ohms, lorsque le noyau est entièrement enfoncé, et de 1200, lorsqu'il est retiré.

Lorsque le bouton est abaissé, pour la transmission, le circuit du transmetteur est fermé et une bobine retardatrice est dérivée sur la bobine réglable et le récepteur; de cette façon, la résistance apparente du poste est diminuée pour les courants de transmission; mais, comme précédemment, une dérivation suffisante est offerte, vers le récepteur, aux courants à l'arrivée pour

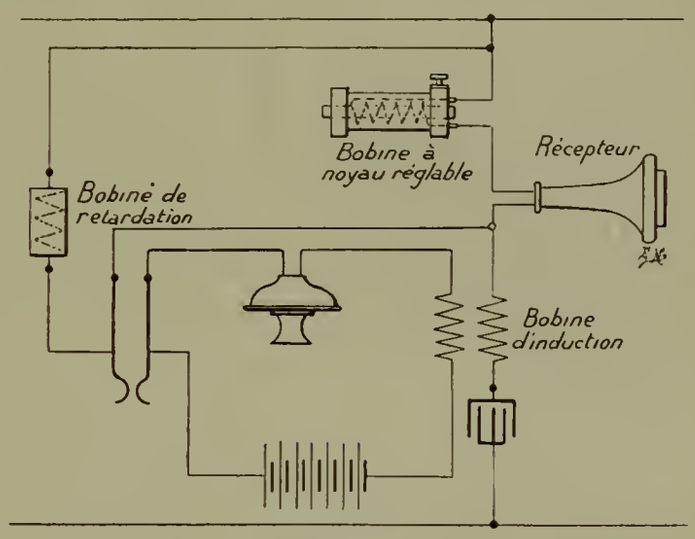


Fig. 18.

que l'agent expéditeur puisse se faire entendre par son correspondant.

L'inconvénient de ce système est que la résistance apparente du circuit des postes intermédiaires à la transmission est beaucoup plus grande que dans la disposition précédente, de sorte qu'il faut une batterie plus forte, comprenant 8 éléments, ce qui nuit à la durée du transmetteur.

Les conditions de fonctionnement du poste de l'agent expéditeur sont un peu différentes de celles du poste intermédiaire; l'agent expéditeur doit rester sur la ligne en permanence et il faut que ses appareils soient aussi bons que possible, sans qu'aucune commutation soit nécessaire.

Le poste est monté d'après le schéma ordinaire (fig. 17). Le récepteur a 70 ohms de résistance; il est en série avec le secondaire d'une bobine de même type que celle des sous-stations et avec un condensateur de 1 microfarad; la résistance apparente de l'ensemble est de 650 ohms; un commu-

tateur intercalé dans le circuit du transmetteur permet de couper ce circuit.

Essais. — Les lignes sont amenées dans chaque station ou bien, de distance en distance, sont bou-

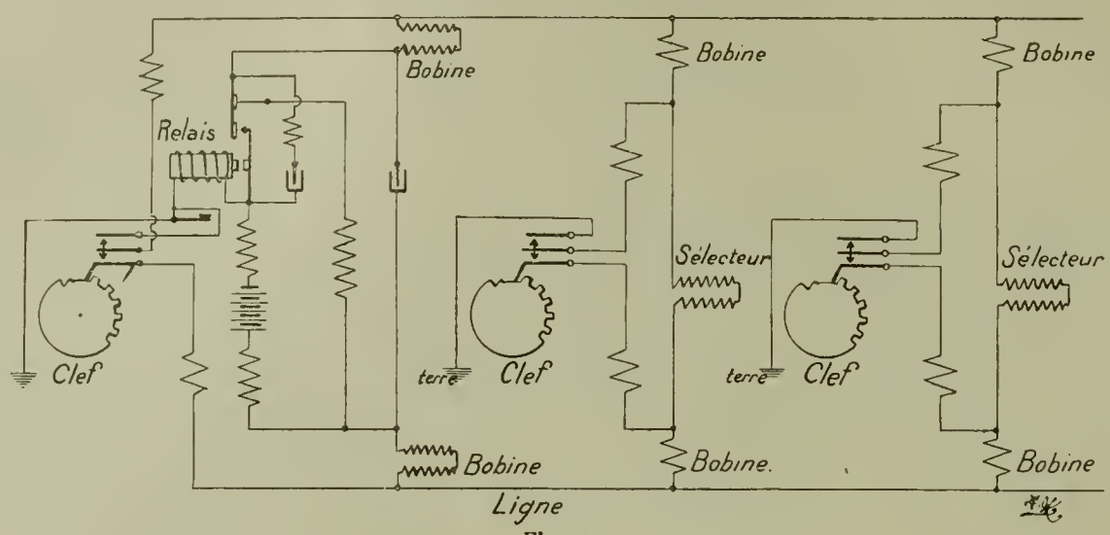


Fig. 19

clées au moyen de boîtes d'essai; ces boîtes se composent principalement de deux rangées verticales de jacks et de deux commutateurs correspondant à deux paires de cordon.

Les lignes à l'arrivée sont reliées aux jacks de gauche et les lignes au départ aux jacks de droite; le poste téléphonique, normalement relié aux fils de signalisation, est relié à l'une ou l'autre paire de cordons lorsque l'on manœuvre la clé correspondante.

Lorsqu'un fil est défectueux, l'opérateur introduit une fiche dans le jack correspondant et coupe le circuit; dans l'autre jack, il place une fiche des cordons et avec l'autre cordon il se relie au fil de rechange qu'il emploie.

Un jack de terre permet de mettre les lignes à la terre, pour les essais.

Communications avec les trains en marche. — Sur certaines lignes, on emploie un système de poste téléphonique pourvu d'une ailette sémaphorique qui, lorsqu'elle est actionnée par l'agent expéditeur, attire l'attention du personnel du convoi au passage et lui permet, le train une fois arrêté, d'entrer en relation avec l'agent expéditeur.

On utilise beaucoup aussi des appareils portatifs, au moyen desquels les employés des trains peuvent prendre communication avec les lignes de signalisation en un point quelconque de la voie; la liaison se fait à l'aide d'une perche pliante terminée par deux crochets.

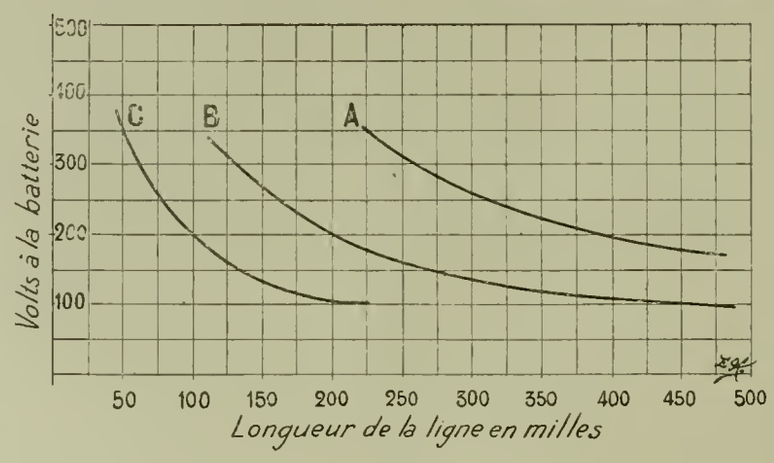


Fig. 20.

Rappelons, à ce propos, qu'après des expériences de communications radiotélégraphiques avec les trains en marche, on a proposé tout récemment, pour le même objet, la radiotéléphonie, qui aurait, semble-t-il, de grands avantages pour cette application, étant d'une réalisation plus simple et d'un fonctionnement beaucoup plus facile.

Applications de la téléphonie à l'exploitation des lignes télégraphiques. — Une autre application de la téléphonie dans le service des chemins de fer est l'exploitation des circuits de télégraphie établis le long des sections et amenés dans tous les bureaux, généralement, pour assurer l'échange de communications relatives au service des chemins de fer et, parfois, de correspondances télégraphiques privées, ainsi que pour la transmission de l'heure aux postes de signalisation.

Les conditions de fonctionnement sur ces lignes sont différentes de celles qui se présentent pour le service de la marche des trains en ce que les appels sélecteurs doivent pouvoir être donnés par tous les postes indistinctement, tous ces postes devant en outre pouvoir être appelés simultanément pour la transmission de l'heure, une ou deux fois par jour.

Ces résultats peuvent être atteints de diffé-

rentes façons et notamment avec le sélecteur *step-by-step* de la Western Electric Company, installé alors d'après le schéma de la figure 19.

L'agencement des condensateurs et des bobines de retardation au poste de l'agent expéditeur est identique, dans l'ensemble, à celui appliqué pour la signalisation; mais chaque sous-station est pourvue d'une clé de transmission, mise en circuit de telle manière que son déplacement détermine l'envoi sur la ligne d'émissions allant de la batterie sur les deux fils de ligne, la résistance et la terre; un relais de transmission assure l'envoi de ces émissions.

On n'emploie pas sans difficulté des relais mis à la terre, parce que les dérivations sont alors souvent suffisantes pour déterminer le fonctionnement intempestif des appareils; les lignes sont en effet établies sur des isolateurs de verre, qui perdent leurs qualités en se recouvrant de suie et de poussière.

Le mode de montage représenté a pour but de neutraliser les dérivations; lorsqu'une station quelconque transmet, le courant circule du sol au poste, par le fil de ligne supérieur, sur un contact normalement fermé du relais, arrive en un point du fil inférieur, puis de là retourne à la terre par l'intermédiaire de la batterie et du relais.

Les contacts sont agencés de telle façon que ce courant est interrompu sur le fil supérieur et que la résistance vers le sol est doublée; le relais ne reçoit plus qu'un courant moitié du courant normal, mais qui suffit pour le maintenir fermé.

Des résistances sont adjointes à chaque clé de façon que le relais reçoive le même courant de chaque station; la figure 20 montre la marge de fonctionnement du système pour différentes longueurs de lignes et différentes tensions.

Avec 160 volts, sur une ligne de 200 km de longueur, la résistance d'isolement peut n'être que de 200 000 ohms par kilomètre.

Lorsque les sélecteurs des postes sont amenés tous dans la position de transmission de l'heure, la sonnerie est mise en circuit de telle façon que son contact vibratoire soit laissé de côté, de sorte qu'elle fonctionne comme sounder pour la réception des signaux horaires.

Ce procédé n'est toutefois utilisable que pour les installations où il est fait usage de piles locales dans les postes; lorsque ceux-ci sont établis par le système à batterie centrale, on doit employer le montage représenté figure 21.

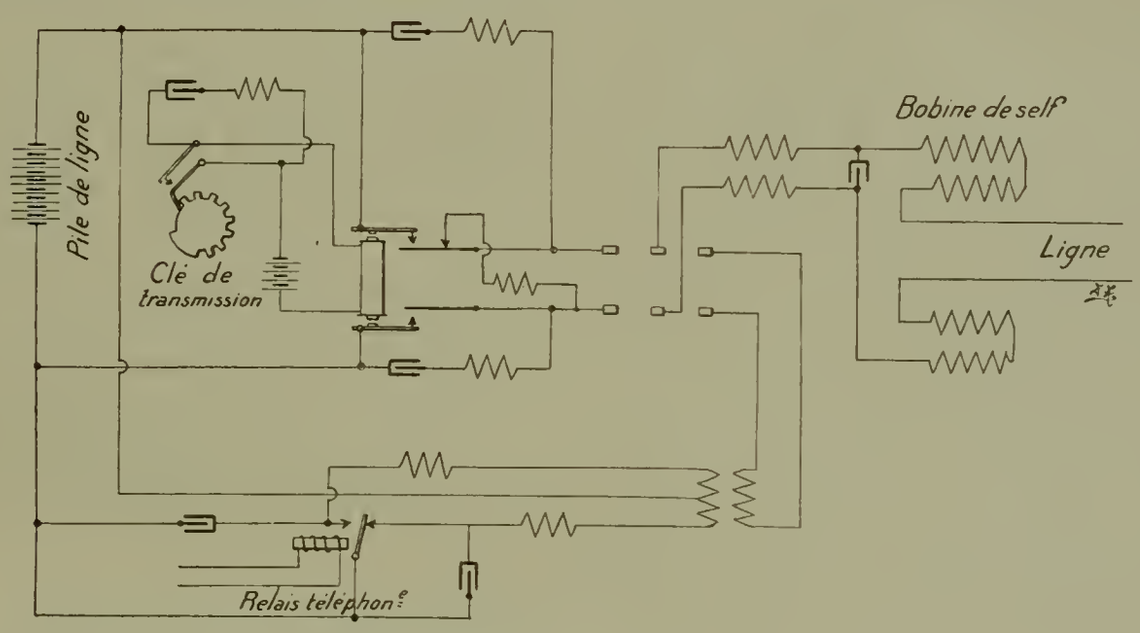


Fig. 21.

Avec cette disposition, lorsque la transmission de l'heure doit être effectuée, le chef de ligne déplace un interrupteur qui relie le circuit de la façon indiquée : l'installation comporte une bobine répétitrice, branchée par son secondaire sur la ligne, tandis que le primaire est relié par son point milieu à l'un des pôles de la batterie principale et, par ses extrémités, aux contacts du relais téléphonique; des résistances insérées sur les jonctions limitent l'intensité du courant et des condensateurs servent à empêcher les étincelles; le fonctionnement du relais provoque, par induction, l'envoi de courants alternatifs sur la ligne et ces courants actionnent, dans chaque sous station, une sonnerie polarisée Bell de 1000 ohms de résistance qui est adjointe au sélecteur.

Fils de block. — Enfin, il reste à dire un mot de l'échange des communications téléphoniques sur les fils de block; les blocks ont, en Amérique,

de 800 m à 12,8 km de longueur; les relations devant simplement se faire de poste à poste, leur établissement ne présente pas de difficulté spéciale; cependant, dans le but de laisser les opérateurs plus libres de s'acquitter de leur service, on voudrait arriver à assurer les communications au moyen de téléphones hauts-parleurs; des essais sont faits dans ce sens; ils ont démontré jusqu'ici que la méthode serait excellente si l'on disposait d'instrument convenables.

H. Marchand.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

DIVERS

Graphite colloïdal.

A la Société Faraday de Londres, le 8 novembre dernier, M. E. Acheson, de Niagara Falls, a fait une conférence relative à ses recherches sur les produits des fours électriques réalisées depuis 1891, date à laquelle il fabriqua expérimentalement le carborundum au moyen d'un courant de haute densité passant par des électrodes en charbon, à travers un mélange d'argile et de coke contenu dans un creuset en fer; en dépit de la dureté du carborundum ainsi obtenu, il se passa encore quelque temps avant d'en trouver un emploi commercial. La recherche suivante fut d'élever la température du four assez haut pour éliminer le silicium et obtenir du graphite pur. Puis, au moyen de cendres de Californie employées comme substances brutes, il parvint à obtenir un graphite non coalescent et facilement pulvérisable. L'année dernière, on a vendu plus de 6 millions de kg de ce graphite. La production du silicium au moyen d'un mélange de silice et de graphite fut ensuite essayée et obtenue avec succès; on en fabrique maintenant par milliers de tonnes. L'aluminium a également été obtenu au moyen d'un mélange d bauxite et de graphite. Au moyen de graphite doux, on obtient des mélanges dans lesquels le graphite, tenu en suspension dans l'eau ou l'huile, prend une forme colloïdale. Pour coaguler le graphite, il est moulu avec quelques composés organiques, ordinairement de l'acide gallo-tannique contenant un peu d'ammoniaque. Toute substance non métallique qui est amorphe, insoluble et non fusible peut prendre la forme colloïdale avec des agents tels que le tannin, de l'extrait de paille, de gazon, de fumier ou quelque corps analogue. L'agent devient toujours intimement incorporé au graphite et pénètre probablement dans ses particules, chacune des molécules étant entourée par une minuscule couche de jais colloïdal. La principale application de ce graphite à forme colloïdale ou coagulée, mise en suspension dans l'eau constitue un lubréfiant. Par suite de sa faible viscosité, il est très supérieur aux huiles lourdes. Sous cette forme colloïdale, le graphite ne peut pas être projeté à l'extérieur des surfaces sur lesquelles il est étendu; il pénètre dans les pores du métal et rend les surfaces polies comme du cristal. La meilleure proportion à employer est de 16,38 m³ de graphite par 22,71 litres d'eau (1 pouce cubique par 5 gallons). Il est à remarquer que l'acier, revêtu de ce graphite, ne se rouillera pas, mais reste tout à fait brillant. Cette substance est employée dans toutes les stations d'énergie de New-York. La conférence de M. Acheson était accompagnée d'expériences montrant la production et les propriétés du graphite colloïdal.

Dans la brève discussion qui a suivi cette conférence, MM. Harker et Robert Mond font ressortir les immenses services rendus par les travaux de M. le Dr Acheson. — A. H. B.

TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

Détermination, par télégraphie sans fil, de la différence de longitude entre Paris et Bizerte.

Dans une communication faite à l'Académie des Sciences, le 11 décembre dernier, M. B. Baillaud présente un intéressant travail de M. Renan relatif à ce sujet.

La méthode mise en usage, jusqu'en ces dernières années, pour mesurer avec précision la différence de longitude entre deux points de la surface terrestre, présentait, dit le savant directeur de l'Observatoire de Paris, deux graves sources d'erreur qui, depuis longtemps, ont sollicité l'attention des astronomes.

La première de ces difficultés provenait du procédé au moyen duquel on déterminait l'heure sidérale de chacune des deux stations : cette mesure était faite par des observations de passages d'étoiles effectués avec de petits cercles méridiens portatifs; ces passages étaient enregistrés sur un chronographe par des signaux électriques envoyés par l'observateur chaque fois que l'image de l'étoile passait devant l'un des fils du réticule. Ce

genre d'observations est susceptible par lui-même d'une très grande précision, mais il est malheureusement soumis à des différences systématiques sur l'évaluation du moment du passage, différences qui dépendent de l'observateur et de son état physiologique. On a cherché à éliminer ces équations personnelles par bien des expériences diverses que nous n'avons pas à rappeler ici : ce qui rend cette élimination fort difficile et presque toujours illusoire, c'est que ces petites divergences, pour un même observateur, ne sont pas, en général, constantes, mais qu'elles varient d'un jour à l'autre et souvent même dans le cours d'une même soirée.

La seconde cause d'erreur était inhérente aux échanges de signaux faits entre les deux stations. Ces signaux, émis télégraphiquement par la pendule de chacun des deux points, étaient reçus simultanément par les deux chronographes; la grande difficulté provenait de ce qu'il fallait comparer ces signaux à ceux des observations stellaires et qu'il était bien difficile, malgré toutes les précautions prises, de compter sur l'équivalence absolue des courants d'intensités très différentes, sujettes à des variations à peu près inévitables.

De là résultait la nécessité d'employer des appareils fort compliqués; depuis plus de quarante années, la table chronographique employée en France était celle de Lœwy, dans laquelle ce savant astronome avait cherché à tenir compte de toutes les difficultés du problème.

Dans la nouvelle détermination, on s'est proposé de diminuer autant que possible l'un et l'autre de ces deux inconvénients.

Pour la méthode d'observation des passages, on a substitué l'enregistrement automatique à l'ancien procédé du manipulateur.

Un petit moteur électrique fait tourner la vis micrométrique; la vitesse peut être prise telle que le mouvement du fil mobile soit à très peu près égal au mouvement apparent de l'étoile dans la lunette. Au moyen d'un appareil différentiel, susceptible de modifier à chaque instant la vitesse du fil, l'observateur maintient ce fil en coïncidence avec le centre de l'image, et, chaque fois que la vis a tourné d'une certaine fraction de tour, un signal est enregistré au chronographe. De plus, l'oculaire lui-même est entraîné avec la même vitesse que le fil micrométrique : l'observation est donc ramenée à celle d'un point fixe sur lequel on doit placer un fil mobile. Sans doute, dans ces observations, il peut encore subsister des équations personnelles; mais, d'après un grand nombre d'expériences faites en France aussi bien qu'à l'étranger, ces différences d'évaluation deviennent extrêmement petites. On évalue qu'elles n'atteignent guère la dixième partie de celles que pouvait donner l'ancienne méthode. Elles ne semblent jamais dépasser un centième ou deux centièmes de seconde: elles rentrent par conséquent dans les limites des erreurs d'observation.

Pour les échanges de signaux, on a employé les ondes hertziennes de la radiotélégraphie.

Le poste d'émission de la tour Eiffel envoyait des ondes se succédant à des intervalles réguliers; ces ondes étaient reçues simultanément au poste de Paris situé à l'Observatoire et au poste de Bizerte établi à l'arsenal de Sidi-Abdallah. Inversement le poste d'émission de l'arsenal envoyait des ondes reçues par chacune des deux stations. L'action radiotélégraphique était alors perçue téléphoniquement par chaque observateur et comparée par lui directement au bruit du battement de sa pendule, qu'il recevait dans le même téléphone. L'émission des ondes était réglée en chaque poste par un pendule construit de manière à avancer un peu sur l'horloge sidérale; en général, 90 battements des pendules valaient à peu près 89 secondes sidérales; il y avait donc environ deux coïncidences en 3 minutes. C'étaient des coïncidences que chaque observateur devait noter, et l'on sait de quelle précision est susceptible cette méthode de comparaison de deux pendules. L'auteur se borne, dit-il, à ces indications sommaires sur l'installation qui est entièrement due à MM. Claude, Driencourt et Ferrié. Dans les échanges de signaux, le chronographe n'a plus à intervenir; on a donc pu simplifier considérablement la planche chronographique, et le nouvel appareil ainsi établi permet de mesurer avec toute la précision désirable les quantités nécessaires pour obtenir les corrections de la pendule.

La détermination dont il est question a été faite dans le courant des mois d'avril et mai 1911, au moyen de petits instruments méridiens appartenant au bureau des longitudes et construits par Gautier fort peu de temps avant sa mort. Le service radiotélégraphique de la tour Eiffel et celui de l'arsenal tunisien ont mis la plus grande complaisance à contribuer à ces recherches.

Les deux astronomes qui ont effectué les observations ont été : M. Lancelin, astronome-adjoint de l'observatoire, et M. Tsatsopoulos, qui était alors attaché comme élève à l'Observatoire. Ils se sont acquittés avec le plus grand zèle de la tâche difficile d'appliquer une méthode entièrement nouvelle; les résultats obtenus montrent avec quel soin ils ont opéré.

Dans une première série d'observations, M. Lancelin était à Bizerte; M. Tsatsopoulos, à Paris; dans la seconde série, au contraire, M. Lancelin observait à Paris et M. Tsatsopoulos à Bizerte.

La comparaison des deux résultats pris séparément montre qu'on ne peut trouver aucune trace d'équation personnelle.

Cette recherche permet en outre de fixer un point important, à savoir le temps nécessaire pour que l'onde parcoure la distance de Paris à Bizerte. En comprenant les valeurs obtenues dans

les soirées où les signaux ont pu être reçus d'une manière complète, on trouve ce temps égal à 7 millièmes de seconde, ce qui montre bien qne la vitesse de l'onde hertzienne peut être regardée comme très sensiblement égale à celle de la lumière.

Téléphonie automatique.

Suivant l'*Electrical Review*, il y a actuellement aux Etats-Unis 131 localités ayant adopté des systèmes téléphoniques automatiques. Des réseaux de ces localités, 30 comptent moins de 100 abonnés, 94 plus de 100 abonnés, enfin 6 présentent les chiffres d'abonnés suivants : San Francisco, 16 500; Los Angeles, 24 000; Oakland, 8000: Grand Rapids, 11 000; Columbus, 14 000; Portland (Orégon), 12 000. A Chicago, on construit présentement un vaste réseau automatique. Le nombre total des abonnés aux réseaux automatiques américains s'élève à 200 000.

En Europe, on trouve des réseaux automatiques à Hildesheim, Altenburg et Munich (Allemagne), à Gratz et Cracovie (Autriche). A Munich, on se propose de supprimer successivement les bureaux centraux manuels encore existants, si bien que, dans quelques années, le système automatique seul desservira les abonnés de cette ville.

A noter que, à Amsterdam, on installe présentement un service semi-automatique et que, en Autriche, on se propose de substituer le système semi-automatique au système manuel dans les bureaux centraux de Vienne. — G.

TRACTION

La traction électrique sur les chemins de fer suisses.

La commission chargée d'étudier la transformation du système de traction sur les chemins de fer suisses vient de terminer ses travaux, concluant qu'il y a lieu d'adopter le système à courant monophasé sous 15 000 volts. La commission reçonnaît que la traction au moyen de courant continu comporterait une consommation moindre d'énergie, mais elle fait remarquer que cet avantage serait compensé par divers inconvénients et notamment par les frais élevés de premier établissement.

L'introduction de la traction électrique sur tout le réseau fédéral entraînerait une dépense totale d'environ 70 millions de francs; par contre, on réaliserait ensuite une économie de 10 0/0 sur les frais actuels d'exploitation. — G.

USINES GÉNÉRATRICES

Statistique de stations centrales allemandes au 1er avril 1911.

L'*Elektrotechnisce hZeitschrift* publie, comme les années précédentes, une étude d'ensemble de M. G. Dettmar sur la situation des stations centrales allemandes au 1er avril 1911. D'après cette étude, il y aurait en Allemagne, à la date précitée, 2526 stations centrales vendant du courant, soit 548 de plus qu'au 1er avril 1909. L'alimentation totale s'élevait au chiffre de 2 477 849 kw (1 872 592 kw au 1er avril 1909) se décomposant comme il suit :

Lampes à incandescence :

810 046 kw (640 418 kw en 1909).

Lampes à arc :

135 175 kw (129 011 kw en 1909).

Moteurs fixes :

1 203 779 ch (896 910 ch en 1909).

Moteurs de traction :

417 897 ch (286 910 ch en 1909).

Chauffage et cuisson :

73 120 kw (37 721 kw en 1909).

Les usines précitées se classaient de la manière suivante, d'après leur puissance :

Jusqu'à 100 kw . .	985
De 101 à 500 » . .	769
De 501 à 1 000 » . .	151
De 1 001 à 2 000 » . .	93
De 2 001 à 5 000 » . .	59
De 5 001 à 10 000 » . .	24
Plus de 10 000 » . .	29
Puissance inconnue. .	426

Les mêmes usines se classaient encore, d'après la nature du courant fourni, comme l'indique le tableau ci-après :

	Nombre d'usines.	Puissance en kw : Machines.	Puissance en kw : Accumulat.
Courant alternatif. .	57	51 836	998
Courant triphasé. . .	345	403 822	4 731
Courant continu. . .	1791	257 241	93 723
Mixte et inconnu. . .	353	556 351	95 716

En ce qui concerne la force motrice utilisée, on trouvait 799 usines employant exclusivement la vapeur, 253 de l'énergie hydraulique, 107 des convertisseurs ou transformateurs, 383 des moteurs à explosion, 402 à la fois l'eau et la vapeur. Pour 582 établissements on n'a pu recueillir aucun renseignement à ce sujet.

Enfin 53 des stations centrales précitées ont un débit de plus de 5000 kw; les plus puissantes sont celles de Berlin, qui présentent une puissance totale de 158 933 kw. — G.

Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques

DE LA PREMIÈRE CATÉGORIE (1) DANS LES IMMEUBLES ET LEURS DÉPENDANCES

Le règlement dont le texte suit, après avoir été étudié en Sections et en Commissions, et adopté par les Syndicats intéressés, a été ensuite ratifié en séance plénière, du Comité de l'Union des Syndicats de l'électricité.

CHAPITRE I

Objet et définitions.

1. Les présentes « Instructions » ont pour objet de définir les conditions dans lesquelles, à moins de stipulations contraires ou complémentaires, doivent être établies et maintenues les installations électriques de première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances, à partir du point d'origine de la distribution dans l'immeuble et à l'exclusion des usines électriques proprement dites et des postes producteurs et transformateurs d'électricité.

2. Sont considérés comme « immeubles et leurs dépendances » dont les installations électriques sont visées par ces instructions :

1° Les maisons d'habitation ou salles de réunion et les locaux intérieurs en dépendant immédiatement;

2° Les dépendances extérieures immédiates des immeubles (façades, cours, passages de peu d'étendue);

3° Les locaux industriels dont les milieux ne présentent pas de sujétions spéciales au point de vue de l'humidité, des poussières, des émanations ou vapeurs quelconques et des causes d'incendie ou de déflagration.

3. Les dispositions particulières aux installations des locaux dont les milieux présentent des sujétions spéciales sont visées au chapitre 6 des présentes instructions.

4. Les installations des locaux spécialement affectés au service de la distribution électrique, étant régies par les décrets et règlements officiels en vigueur sur les installations électriques en général, ne sont pas visées par les présentes instructions.

5. Les parties d'installations, canalisations, appareils et machines diverses présentant une différence de potentiel, par rapport à la terre ou entre elles, sont, pour simplifier le langage dans les présentes instructions, dites *sous tension*.

6. *La tension efficace normale de service* est celle sous lequelle les appareils reçoivent ou fournissent l'énergie électrique.

7. *La tension efficace maximum de distribution* est celle existant entre les conducteurs extrêmes de la distribution.

8. Tous les éléments ou parties sous tension d'une installation doivent être mis à l'abri d'un contact accidentel avec les personnes.

9. Les installations doivent comporter des dispositifs de sécurité en rapport avec la plus grande tension efficace de régime existant entre les conducteurs et la terre. (Décret du 11 juillet 1907 et arrêté du 21 mars 1911.)

CHAPITRE II

Classification du matériel employé dans les installations d'immeuble.

10. Le matériel des installations d'immeubles peut être réparti dans les catégories ci-après désignées :

1° *Appareillage de service* tel que : compteurs, tableaux de distribution, interrupteurs, inverseurs, commutateurs, prises de courant, fusibles disjoncteurs, démarreurs, rhéostats, etc.;

2° *Canalisations*, conducteurs et accessoires;

3° *Appareils d'utilisation* tels que : lampes à incandescence et à arc avec leurs supports, moteurs, accumulateurs, etc.

CHAPITRE III

Isolation des installations électriques.

11. L'état d'isolation d'une installation électrique est estimé soit par rapport à la terre, soit par rapport aux masses conductrices voisines.

12. L'isolation peut être également envisagée entre conducteurs ou appareils sous tension d'une même installation électrique.

13. L'isolation d'une installation électrique doit assurer la sécurité des personnes et la conservation des choses.

14. Les *mesures de résistance d'isolement* doivent être effectuées au moins sous la tension de service et avec un minimum de 100 volts.

15. La résistance d'isolement entre conducteurs susceptibles de présenter en service des différences de potentiel doit être mesurée après la mise hors circuit de tous les appareils récepteurs de courant (tels que lampes à incandescence, lampes à arc, compteurs, moteurs ou autres); par contre, tous interrupteurs, fusibles, prises de courant et pièces diverses d'appareillage nécessaires au service, doivent être à leurs places respectives et dans la position de fonctionnement.

16. Dans le cas d'installations comportant des appareils en série, la vérification de l'isolation doit être faite en interrompant les circuits en un point tel qu'il le

(1) Le décret du 11 juillet 1907 et l'arrêté du 21 mars 1911 définissent comme suit les installations de « première catégorie » :

A. Courant continu. — Distributions dans lesquelles la plus grande tension de régime entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 600 volts.

B. Courant alternatif. — Distributions dans lesquelles la plus grande tension efficace entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 150 volts. (Dans les distributions triphasées, cette tension est évaluée par rapport au point neutre supposé à la terre.)

divise en deux sections qui présenteraient sensiblement en service la même différence de potentiel.

17. La puissance dissipée par suite de l'état de l'isolation, dans tout ou partie de l'installation, moteurs et transformateurs étant mis hors circuit, ne devra pas dépasser $\frac{2}{10\,000}$ de la puissance déclarée de l'installation lorsque la totalité des appareils est supposée en service.

Par exemple, pour une puissance déclarée de 100 watts sous 100 volts, la puissance dissipée ne devra pas être supérieure à 0,02 watt, ce qui correspond à une résistance d'isolement de 500 000 ohms ou 0,5 mégohm.

18. La résistance d'isolement ainsi définie s'applique aux canalisations et à l'appareillage correspondant; il ne concerne ni les compteurs, ni les machines et transformateurs, régis par les Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques de l'Union des syndicats de l'électricité et par les règlements administratifs.

Néanmoins, l'utilisation de ces derniers appareils devra être telle qu'elle ne nuise pas à l'état général d'isolation de l'installation.

19. Toutes les parties des installations, sans exception, devront pouvoir résister à une *tension efficace d'épreuve* double de la tension efficace maximum de distribution appliquée soit entre deux conducteurs, soit entre un conducteur quelconque et la terre.

CHAPITRE IV

Appareillage.

A. — *Prescriptions générales.*

20. Les organes *sous tension* de tous les appareils doivent être montés sur des supports *incombustibles* ou rendus tels.

21. L'emploi du bois et de toute autre matière possédant le même degré d'inflammabilité est interdit pour la construction des *socles* des appareils d'interruption, de distribution et de sécurité.

22. Les *dimensions* des appareils d'interruption, de distribution et de sécurité devront être telles qu'ils ne puissent, avec l'intensité normale du courant, prendre une température dangereuse ou préjudiciable au fonctionnement de l'installation.

23. Les appareils devront, en outre, être construits et disposés de façon que leur fonctionnement normal ne puisse causer aucun dommage par suite de projections d'étincelles ou de métal en fusion, de formation d'arcs permanents ou de rupture de pièces.

24. Les *bornes* des appareils et *arrivées des conducteurs* devront être disposées de manière à assurer une isolation convenable par rapport aux parties adjacentes et aux conducteurs voisins.

25. Les *couvercles* des appareils ne devront permettre l'accès d'aucune pièce métallique nue sous tension.

26. Les *têtes de vis* ou boulons sous tension traversant les bases des appareils seront recouvertes de matière isolante et inattaquable par l'humidité.

B. — *Compteurs et tableaux.*

27. Les *compteurs* devront être montés et installés conformément aux règlemeuts en vigueur.

28. Un *tableau* placé à l'origine de l'installation comportera, autant que possible, les appareils principaux d'interruption de distribution, de répartition, de sécurité et de réglage.

29. Les appareils placés sur les tableaux de distribution ou de répartition devront être constitués et disposés conformément aux indications données plus loin (art. 31 et suiv.).

Les conducteurs et appareils devront présenter les isolements et les écartements propres à éviter tout danger.

30. Les interrupteurs, commutateurs, fusibles et autres appareils placés sur les tableaux devront être, autant que possible, accompagnés d'*inscriptions* rappelant les locaux ou parties d'installations au service desquels ils seront affectés.

31. Les tableaux dont la face postérieure serait inaccessible devront, en vue des vérifications nécessaires à l'entretien et au contrôle, être disposés de façon que les connexions des conducteurs entre eux et avec les appareils puissent être facilement démontées de la face avant.

32. Les organes sous tension situés *à l'arrière* des tableaux et qui seront inaccessibles de l'avant de ces tableaux devront être disposés et protégés de façon qu'aucun corps étranger ne puisse venir en contact avec eux.

33. Les organes sous tension, même isolés, situés sur la face arrière des tableaux, devront être maintenus à distance convenable des murs ou parois avoisinantes de façon à éviter tout contact avec eux, à moins que ces murs et parois ne soient revêtus d'une protection isolante supplémentaire sur toute l'étendue et au voisinage des organes sous tension.

34. Il est conseillé, lorsque la face arrière du tableau sera accessible pendant le fonctionnement, de munir les appareils et conducteurs placés sur cette face, d'indications ou de signes permettant de reconnaître les pôles ou phases auxquels ces appareils et conducteurs sont reliés.

35. Le *bois* ne devra pas être employé pour la confection des tableaux en tant que matière isolante.

En outre, le bois devra être mis à l'abri des effets d'échauffement dus aux appareils.

C. — *Interrupteurs et commutateurs.*

36. Les *interrupteurs et commutateurs* servant à la rupture du courant, pour une intensité supérieure à 1 ampère, seront à rupture brusque, sauf dans le cas où ils n'auraient pas à être manœuvrés en charge.

37. Les *dimensions et dispositions des appareils* seront telles qu'il ne puisse y avoir en service normal, ni échauffement exagéré, ni arc permanent à la rupture, ni inflammation, ni déformation d'aucune partie par suite d'échauffement dû à un mauvais contact.

38. Il est recommandé de munir les interrupteurs, commutateurs, coupe-circuits, et, en général, tous les appareils similaires servant à la manipulation du courant, d'*indications* rappelant l'intensité et la tension pour lesquelles ils sont prévus.

39. Les *montures ou enveloppes accessibles* des appareils qui ne seraient pas mises à la terre devront être en matière isolante ou, si elles sont métalliques, revêtues intérieurement d'une couche solide de matière isolante ou protégées par un dispositif isolant équivalent.

(A suivre).

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Cabestan électrique.

La manutention des wagons et, dans certains cas, le halage sur les quais sont grandement facilités par l'emploi du cabestan ci-dessous décrit; il ne nécessite ni pédale, ni levier quelconque en saillie sur le niveau général du sol, quel que soit le diamètre du barillet.

Comme, d'autre part, le câble de tirage n'en peut être détaché et qu'il s'enroule lors de la traction à vide ou en charge, il y a présomption qu'aucun accident ne doit se produire du fait de cordages abandonnés ou traînant sur le sol, ainsi que cela se produit dans la plupart des installations similaires.

On peut commander ce cabestan soit à distance, soit au moyen d'un levier manœuvré à la main.

Dans le premier cas (fig. 22), l'opérateur se tient dans une cabine où sont réunis l'équipement de la commande électrique; le caisson souterrain du cabestan ne contient que le moteur électrique ainsi que la commande par vis sans fin et l'engrenage correspondant; c'est dans cet ordre d'idées qu'est faite l'installation de Trafford Park à Manchester (Grande-Bretagne), représentée par la gravure ci-dessous. Elle possède des câbles de 100 m de long dont la vitesse d'enroulement est de 35 m environ par minute et qui assurent un service de 1 tonne à cette vitesse.

Dans l'autre cas, plus général, le cabestan est du type à borne indépendante et libre; il est manœuvré à l'aide d'un seul levier, placé au sommet de l'appareil, que l'on déplace d'une petite quantité soit à droite, soit à gauche, selon le sens de rotation que l'on désire.

Fig 22.

Comme fondation, le coffre n'occupe qu'un emplacement relativement restreint quant à la hauteur; il est en fonte et rendu rigide par des nervures, ce qui assure une bonne fixation des organes électriques ou mécaniques qui y sont boulonnés (fig. 23 et 24); le poids et la réaction de la borne pivotante sont supportés par roulements à billes.

Le mécanisme d'attaque consiste en une roue à rochet dont les linguets, en acier, sont appliqués sur les dents de la roue au moyen d'un dispositif à friction; si, au contraire, on renverse le levier, ce

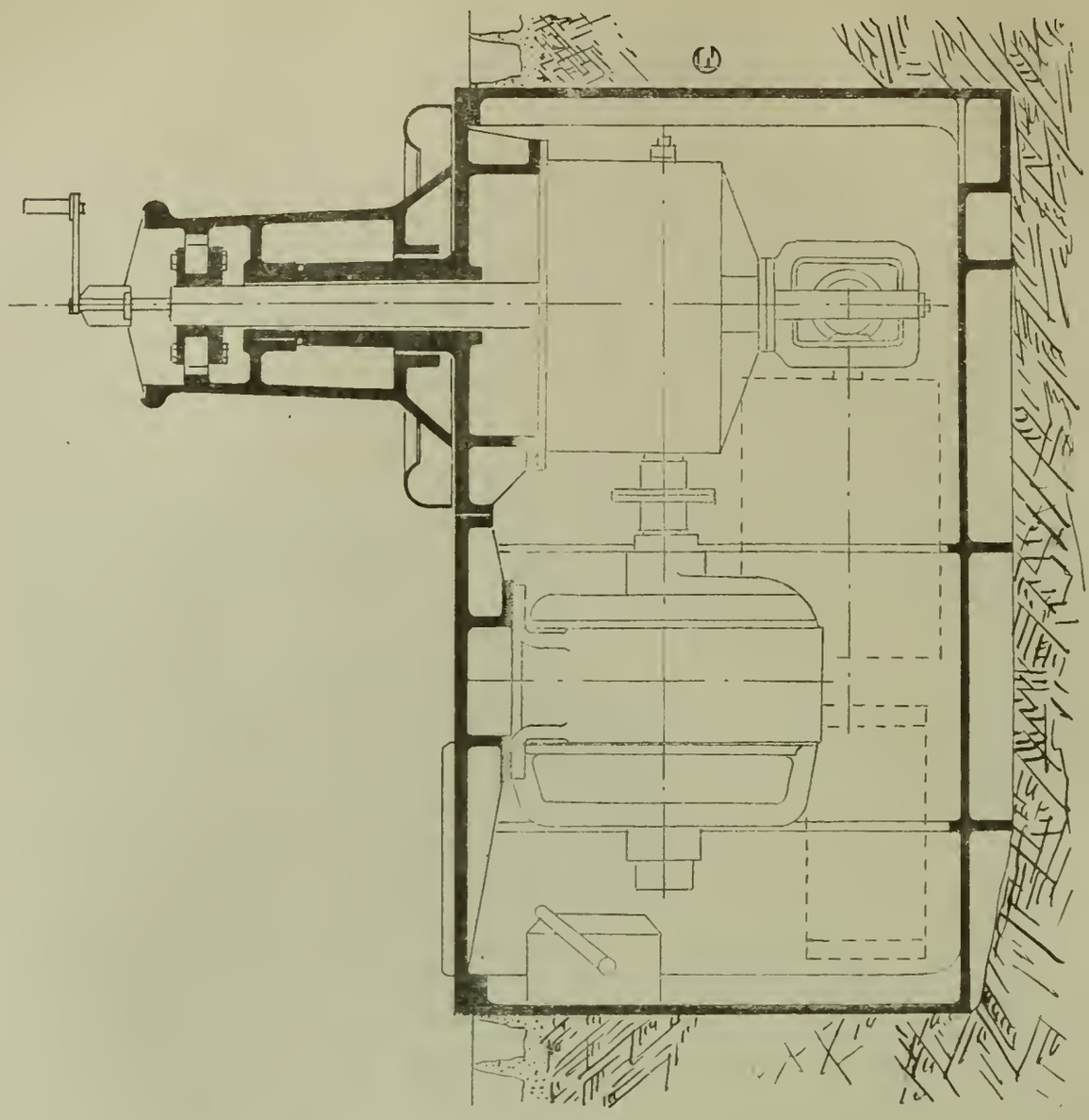


Fig. 24.

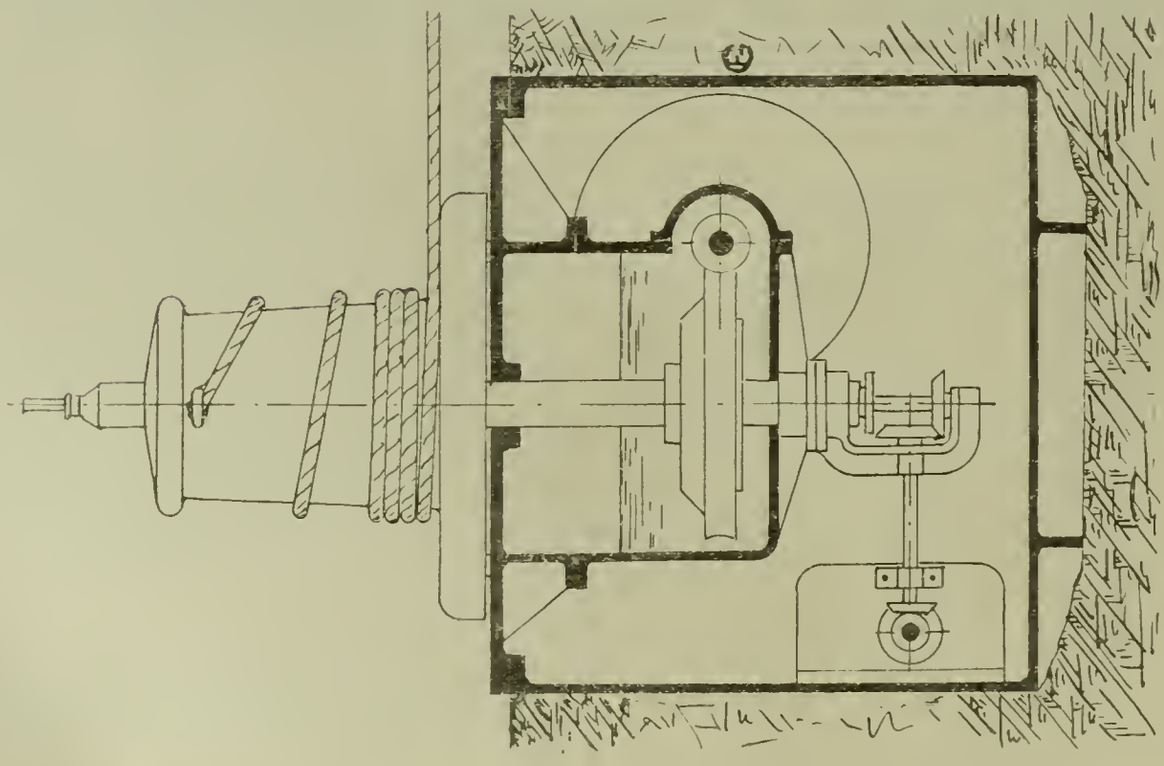


Fig. 23.

qui fait tourner l'arbre en sens opposé, les freins se détendent et abandonnent les linguets, de sorte que la poupée est rendue libre. Cette poignée de manœuvre est fixée sur un arbre qui traverse la borne de part en part pour aller actionner, dans le bas, les engrenages de renvoi sur le démarreur.

Le mouvement automatique d'arrêt ou de retour dépend de la position d'un index de la poignée, où s'interrompt le courant dès que celle-ci est abandonnée.

Un moteur de 15 ch actionne ce cabestan; il est du type enfermé à vitesse variable; on le boulonne sous le couvercle plat du coffre.

L'arbre du moteur porte une vis sans fin qui commande une roue, par l'intermédiaire d'un coupleur flexible; la roue, clavetée en principe sur l'axe creux de la borne, est en bronze dur avec centre en fonte spécialement agencé pour donner toute sécurité quant aux surcharges accidentelles; la vis sans fin est en acier coulé avec butées à billes.

Enfin, la protection contre les surcharges est électriquement complétée par des fusibles placés dans une position convenable; les résistances sont du type à rupture bien isolées, solidement montées et largement calculées pour permettre au moteur de tourner très lentement pendant de courtes périodes avec la pleine charge.

Les points principaux ou secondaires ont une étanchéité parfaite et tous les fils métalliques du coffre souterrain sont enfermés dans un tube en acier soigneusement isolé; la plupart des engrenages tournent dans un bain d'huile.

Ainsi qu'il a été dit précédemmment, la borne est susceptible d'être rendue folle, à la fin de chaque traction, par un léger renversement du levier supérieur; il s'ensuit que le câble peut alors être déroulé facilement à la main pour une nouvelle opération.

Frank C. Perkins.

L'Accumulateur alcalin fer-nickel (1).

Historique.

En 1893, M. Darrieus, capitaine de vaisseau, qui s'est occupé tout particulièrement de l'étude des accumulateurs, avait signalé le principe des accumulateurs alcalins fer-nickel. Dans ces accumulateurs, le liquide, employé comme électrolyte, ne prend pas part aux réactions chimiques et n'intervient que comme véhicule des ions. Les réactions chimiques auxquelles sont soumises les électrodes, respectivement en fer et en nickel, consistent simplement en phénomènes d'oxydation et de réduction.

En 1901, E.-W. Jungner, d'une part, et Edison, d'autre part, firent breveter des types d'accumulateurs alcalins fondés sur ce principe.

Les premiers essais effectués sur ces accumulateurs datent de 1903, époque à laquelle des éléments Edison furent étudiés systématiquement au Laboratoire central d'électricité de Paris.

En 1907, M. Jumau, dans une communication faite à la Société internationale des électriciens, exposa d'une manière très complète la technique de l'accumulateur alcalin, tel qu'il était à cette époque.

Depuis cette époque, des recherches ont été effectuées par Edison, d'une part, et par M. Paul Gouin, d'autre part.

A l'heure actuelle, les seuls accumulateurs alcalins qui soient fabriqués industriellement sont ceux d'Edison et de Paul Gouin qui ont apporté des perfectionnements notables aux types primitifs d'éléments qu'ils avaient réalisés. Les chercheurs, assez nombreux, parmi lesquels nous citerons Jungner, Schoop, Polzenius et Goldschmidt, Roderbourg, Max Roloff, Wehrlin, Herkenrath et Berglund, ont abandonné leurs essais et, à notre connaissance, les brevets qu'ils ont obtenus n'ont pas été l'objet d'applications industrielles.

Description de l'accumulateur Edison.

L'élément Edison, type 1903, a pour électrolyte une solution de potasse pure dans l'eau distillée à 20 pour 100. L'électrode positive est constituée par un cadre ou grille en acier, entièrement nickelé, présentant 24 ouvertures rectangulaires, disposées régulièrement en trois rangées de huit chacune et dans lesquelles sont placées les pochettes de matière active. La matière active est un peroxyde de nickel hydraté $Ni^2 O^3, 3H^2O$, qui, lors de la charge, passerait à l'état d'oxyde supérieur $Ni O^2$; le peroxyde de nickel étant peu

(1) Rapport présenté au Congrès international des applications de l'électricité (Turin, 10-17 septembre 1911).

conducteur, on le mélange avec des paillettes de graphite dans la proportion de 6 parties d'oxyde et de 4 parties de graphite. Le mélange humecté d'eau et de potasse forme une pâte que l'on soumet à une pression de 300 kg par cm² et qui est moulée sous forme de briquettes rectangulaires ayant environ 72 mm de longueur, 10 mm de largeur et 2 mm d'épaisseur. Chaque briquette est ensuite enfermée dans une boîte plate en acier nickelé, finement perforée sur ses deux faces. La grille est ensuite garnie de ces pochettes et le tout est soumis, entre deux matrices, à une pression de 90 000 kg pour chaque boîte ou pochette, afin de l'écraser et de rabattre ses bords supérieurs, de manière à la fermer hermétiquement et à la sertir dans son alvéole.

L'électrode négative est formée d'une grille identique à celle de l'électrode positive garnie de pochettes contenant la matière active. Celle-ci est un mélange de fer et de protoxyde de fer, ce dernier obtenu par réduction du sesquioxyde au moyen de l'hydrogène à une température convenable. Pour donner à cette matière active la conductance nécessaire, on la mélange avec du graphite en paillettes à raison de 8 parties de matière active pour 2 de graphite.

Ce mélange est traité de la même manière que celui de la matière active positive pour en former des briquettes, enfermées également dans une pochette.

Le vase de chaque élément est formé de tôle d'acier très mince, nickelée et ondulée. Le fond est garni d'une plaque d'ébonite et les 28 plaques qui forment un élément (14 positives et 14 négatives), distantes l'une de l'autre de 1 mm, sont maintenues parallèles par des baguettes munies de rainures et disposées sur les côtés et sur le fond du vase. Des séparateurs en verre ou en ébonite sont placés entre les plaques. Enfin, le vase est fermé hermétiquement au moyen d'un couvercle percé de quatre ouvertures : deux livrent passage aux conducteurs et sont fermées au moyen d'une garniture étanche et isolante; une troisième, fermée au moyen d'une garniture en caoutchouc, est utilisée pour remplir l'élément d'électrolyte; la quatrième sert à l'évacuation éventuelle des gaz et, à cet effet, est munie d'un clapet qui se soulève lorsque les gaz ont acquis une certaine pression.

Ce type d'élément a été remplacé par le modèle 1910.

Afin d'éviter la chute de la matière active positive, les pochettes ont été remplacées par des tubes en ruban d'acier nickelé, enroulé en hélice et muni de perforations; des bagues de même métal, disposées de place en place, servent à consolider le tube.

L'électrode négative est garnie de pochettes plates. La matière active est toujours du protoxyde de fer, mais, pour lui donner la conductance qui lui manque, on le mélange avec du cuivre et du mercure.

Les caractéristiques d'un accumulateur Edison, du type traction, modèle A 8, du poids total de 11 870 kg, sont les suivantes, au régime de charge le plus favorable :

Capacité utile totale. . .	300	ampères-heure.
Capacité utile par kilogramme de poids total.	25,2	—
Puissance utile, par kg de poids total.	30	watts-heure.

Description de l'accumulateur Paul Gouin.

L'électrolyte est une dissolution de potasse à 22 0 0 pour les éléments de traction et à 20 0 0 pour les éléments à poste fixe.

L'électrode positive est formée de tubes perforés en nickel pur, frettés par deux fils de même métal, préalablement torsadés et oxydés par un procédé spécial. Chaque tube est rempli d'hydroxydes de nickel, préparés spécialement, mélangés avec du graphite en poudre. Ces oxydes assurent un contact progressif et parfait de la matière active qu'ils constituent avec le tube qui la contient. Le tube, une fois rempli, est fermé à chaque extrémité par un bouchon en ébonite. Chaque plaque comporte 33 de ces tubes engagés horizontalement entre deux cornières verticales en nickel, affectant la forme d'un U; ces tubes sont maintenus par des rivets en nickel pur. Une traverse également en nickel, réunit les deux cornières verticales à leur extrémité supérieure et est munie d'une lame destinée à établir les connexions.

Chaque plaque pèse 400 grammes et contient environ 300 gr de matière active.

L'électrode négative est constituée par une tresse métallique plate en fil de fer, formant une sorte de ruban plat de 4 mm d'épaisseur, suspendu à une traverse horizontale par sa partie supérieure; cette électrode ne comporte pas de montants verticaux. Le poids de cette plaque est de 345 grammes.

Le protoxyde de fer est formé directement sur la tresse métallique; autrement dit, l'électrode négative est à formation autogène, c'est-à-dire ne comporte pas de matière active rapportée.

Les caractéristiques d'un élément Paul Gouin, type traction, comportant 12 plaques positives et

11 plaques négatives, pèse, y compris le vase, le couvercle, les séparateurs, l'électrolyte et les connexions, 13,005 kg.

Ses dimensions sont les suivantes :

Longueur. .	200 millimètres.	
Largeur. . .	124 —	
Hauteur. . .	330 —	(bornes comprises)
Volume. . .	8 dcm³, 184 cm³.	

Au régime de décharge le plus favorable (25 ampères), on a les caractéristiques suivantes, la différence de potentiel moyenne étant de 1,24 volt :

Capacité utile totale. . .	430	ampères-heure.
Capacité utile par kg de poids total.	26,7	—
Puissance utile totale. . .	430	watts-heure.
Puissance utile par kg de poids total.	33	—

Avec un régime de décharge de 130 ampères, soit de 10 ampères par kilogramme de poids total de l'élément, avec une différence de potentiel moyenne de 1 volt, la capacité utile totale est de 286 ampères-heure et la puissance utile de 286 watts-heure, soit 22 ampères-heure et 22 watts-heure par kilogramme de poids total.

La durée de la charge normale est de 2 à 3 heures pour les batteries de traction et de 3 à 5 heures pour les batteries stationnaires, avec une différence de potentiel maximum à appliquer de 1,7 et de 1,75 volt respectivement.

La différence de potentiel moyenne lors de la décharge est de 1,1 et de 1,2 volt. La décharge en court circuit ou très rapide ne présente aucun inconvénient et ne risque pas de détériorer la batterie.

Le rendement en quantité des batteries de traction est de 68 à 70 0/0 et le rendement en énergie de 50 à 55 0/0; pour les batteries stationnaires, ces rendements sont respectivement de 76 à 78 0/0 et de 68 à 70 0/0.

La solidité des plaques positives leur permet de supporter, sans aucune détérioration, un millier de décharges pour les batteries à poste fixe et 400 à 500 décharges pour les batteries de traction; il en est de même pour les plaques négatives.

Le prix des éléments Gouin varie de 26 à 35 centimes par watt-heure de capacité utile.

L'oxydation cu la détérioration des contacts et des bornes, la déformation des plaques, la chute des matières actives sont nulles. Il ne se produit pas de dégagement de gaz lors de la décharge.

Les bacs des éléments sont en acier nickelé ou en ébonite armée, ce qui fait qu'ils sont très résistants et relativement légers.

Les connexions des éléments sont constituées par des lames souples en nickel. Elles sont inoxydables et il est très facile de les monter et de les démonter.

Les chantiers des batteries à poste fixe sont établis en bois ou en fer; pour les batteries de traction, les caisses de groupement sont en tôle d'acier nickelé et ajourée. Dans les deux cas, la corrosion est presque nulle.

L'immobilisation de l'électrolyte est possible et facile pour les petites applications des éléments à poste fixe et possible dans certains cas pour les batteries de traction. Quant à la carbonatation de la potasse par le contact de l'air, elle est très peu sensible et du reste facile à éviter.

Enfin les éléments de toutes dimensions et capacités étant établis au moyen de plaques unitaires toujours du même type, mais dont le nombre seul varie, la fabrication des éléments Gouin ne nécessite qu'un matériel uniforme, ce qui constitue un grand avantage économique.

L'entretien des batteries est presque insignifiant, car il suffit de procéder à un lavage, tous les trois mois pour les éléments de traction et tous les six mois pour les éléments stationnaires, opération très simple parce que le démontage et le remontage de la batterie est des plus faciles et peut s'effectuer très rapidement.

Comparaison de l'élément Gouin avec l'élément Edison (type 1910).

Dans l'accumulateur Edison, on a constaté que le premier et le principal inconvénient qu'il présente est dû à la chute de la matière active de l'électrode positive. Pour éviter cette chute, on a d'abord mélangé l'hydrate de sesquioxyde de nickel, constituant cette matière active, avec du graphite en paillettes et ce mélange était enfermé dans des pochettes en nickel finement perforées. Malgré ces précautions, entraînant des manipulations longues et coûteuses, les oxydes de nickel très ténus passaient assez rapidement à travers les perforations de la pochette. De plus, le rôle du graphite en paillettes ne paraît pas très efficace, car, non seulement il n'assure pas un bon contact, mais il perd aussi sa structure lamellaire à la suite de l'énorme pression à laquelle sont soumises les pochettes remplies, lorsqu'elles sont terminées. Enfin, la désagrégation du graphite est activée par l'électrolyse en bain alcalin.

Puis, Edison a remplacé les pochettes par des tubes formés de tubes en ruban d'acier nickelé

perforé, enroulé en hélice et maintenu de place en place par des bagues de même métal. Malgré ce dispositif, qui réalise un perfectionnement, la chute des matières actives n'est pas évitée, car elles tombent à travers les perforations et les jointures, plus ou moins serrées, des bords du ruban employé. De plus, l'emploi de l'acier nickelé n'assure pas un contact parfait, à cause des couples secondaires qui prennent naissance forcément, toutes les fois que l'on utilise deux métaux différents déposés par voie électrolytique. Ces graves inconvénients sont faciles à constater par le simple examen d'une plaque positive Edison.

Cette chute de matière active est absolument évitée dans l'accumulateur Gouin, car la surface extérieure de l'électrode positive est oxydée par un procédé spécial et la couche d'oxyde ainsi obtenue est poreuse, absolument adhérente et résiste parfaitement à l'action de l'électrolyse en solution alcaline; elle empêche en outre la matière contenue dans les tubes de tomber dans le bac.

Un autre inconvénient que présente l'accumulateur Edison provient de la dilatation de la matière active, positive, principalement lors de la période de formation et aussi pendant le fonctionnement de l'accumulateur une fois qu'il a été formé. Edison a pu remédier en partie à ce défaut en utilisant des hydroxydes de nickel transformés préalablement en sesquioxyde, soit par voie électrochimique, soit par l'action d'un courant de chlore gazeux.

Ces deux procédés sont coûteux; de plus, la compression de la matière active étant une des conditions indispensables pour obtenir un bon contact et, par suite, une bonne utilisation, il arrive que ce contact, devenant rapidement insuffisant par suite des chutes de matière active, dès que l'accumulateur a subi un certain nombre de charges et décharges, la résistance intérieure de l'élément augmente progressivement, ce qui entraîne une diminution de la capacité utile et une chute de tension. Dans le but d'éviter ce grave inconvénient, Edison recommande de charger les accumulateurs en sens inverse, dès qu'ils ont fourni un certain nombre de décharges, ce qui permet de régénérer les matières actives, car le nickel est suffisamment élastique pour revenir sur lui-même et établir de nouveau un bon contact. Mais il convient de faire remarquer que la dilatation que subit alors la matière active provoque fréquemment des courts circuits, principalement lorsque la matière active est enfermée dans des pochettes plates. Ce défaut a été atténué dans les nouveaux types où les pochettes sont remplacées par des tubes.

M. Gouin a pu éviter cet inconvénient en enfermant la matière active dans des tubes de nickel perforés et frettés, ce qui lui a permis d'utiliser directement les hydroxydes de nickel, dont la préparation industrielle est beaucoup plus économique et qui, de plus, assurent un excellent contact.

Quant à l'électrode négative, les effets de dilatation et de contraction étant presque insensibles, on peut conserver l'emploi des pochettes plates, comme le fait Edison, lorsqu'on utilise des oxydes de fer rapportés.

Il est important de faire remarquer que l'électrode négative Gouin, à formation autogène, est beaucoup plus simple, plus solide et plus économique comme construction. Pour que l'oxyde de fer puisse donner les résultats désirables, il faut augmenter sa conductance. Dans ce but, Edison mélange l'oxyde de fer avec du cuivre et du mercure, ce qui complique énormément la fabrication et augmente considérablement le prix de revient. De plus, lorsque l'accumulateur Edison est en fonctionnement, le mercure se sépare de l'oxyde de fer et tombe dans le fond du bac; ce fait, constaté dans tous les éléments Edison, a pour conséquence de produire rapidement une chute de puissance, à cause de l'augmentation de résistance que présente la matière active et du défaut de bon contact qui s'accentue graduellement pendant le fonctionnement de l'accumulateur.

Ce grave défaut ne peut se produire dans les plaques négatives de l'accumulateur Gouin, par suite même de la construction de cette électrode.

Le mode de fabrication des éléments Gouin est des plus simples et n'exige qu'un matériel très réduit permettant l'exécution d'éléments de toutes dimensions et capacités, depuis 2 watts-heure jusqu'à 10 000 watts-heure, sans moules ni machines afférents à chaque modèle. En effet, tous les types comportent des plaques positives et négatives absolument identiques, dont le nombre seul varie suivant le type qu'il s'agit de réaliser, alors que, généralement, les différents modèles d'un même accumulateur exigent chacun un outillage spécial.

Dans l'élément Gouin, le prix de revient des plaques négatives est extrêmement réduit, ce qui permet de l'établir dans de bonnes conditions de prix, six à sept fois moins cher que les plaques positives, tandis que les plaques négatives Edison reviennent, comme fabrication, presque aussi cher que les plaques positives, par suite de la

main-d'œuvre onéreuse et du prix des matières employées.

Au point de vue du rendement, si l'on compare l'élément Edison et l'élément Gouin, on constate que la capacité et la puissance utiles de ce dernier sont supérieures. En effet, la capacité par kilogramme d'élément Edison des derniers modèles n'est que de 24 watts-heure, tandis qu'elle atteint 28 à 30 watts-heure pour l'élément Gouin.

Enfin, en ce qui concerne l'encombrement des batteries, les accumulateurs Edison ont une capacité utile de 52 watts-heure par décimètre cube, tandis que les accumulateurs Gouin atteignent 55 à 60 watts-heure.

Avantages que présente l'accumulateur alcalin fer-nickel comparé à l'accumulateur au plomb.

Pour faire ressortir les avantages que présente l'accumulateur alcalin, comparé à l'accumulateur au plomb, il est nécessaire de signaler les actions chimiques et mécaniques qui se produisent dans chacun d'eux pendant leur fonctionnement, aussi bien dans la période de charge que dans la période de décharge.

Tandis que dans les accumulateurs au plomb, l'électrolyte, c'est-à-dire la solution d'acide sulfurique, intervient et est nécessaire pour que les réactions chimiques puissent se produire, l'électrolyte de l'accumulateur alcalin ne sert uniquement que de conducteur, sa composition restant invariable, aussi bien pendant la charge que lors de la décharge.

Il se produit dans l'accumulateur alcalin des couples secondaires qui ont pour effet de transporter l'oxygène d'un pôle à l'autre. Lors de la charge, l'ion oxygène se porte de l'électrode négative vers l'électrode positive et il en résulte :

1° La réduction de l'oxyde de fer de l'électrode négative, par conséquent, mise en liberté d'oxygène;

2° La suroxydation de l'oxyde de nickel, constituant la matière active de la plaque positive, par suite de l'oxygène libéré qui se porte sur cette électrode pour former un oxyde supérieur de nickel.

Pendant la décharge, c'est le phénomène inverse qui se produit.

Théoriquement, il ne se produit pas de dégagement gazeux.

Pratiquement, comme les régimes de charge sont toujours très élevés et que les masses de matière active n'ont pas une conductance parfaite, il en résulte, surtout à la fin de la charge, un dégagement de gaz dû à l'électrolyse de la solution alcaline.

C'est ce dégagement gazeux qui cause la légère infériorité de l'accumulateur alcalin, au point de vue du rendement, lorsque l'on compare un élément neuf au plomb avec un élément neuf alcalin. Il n'en est plus de même lorsque la comparaison des deux accumulateurs s'effectue après qu'ils ont subi de 30 à 40 charges et décharges, car alors les rendements sont sensiblement identiques.

Pendant la période de décharge, si elle est effectuée quelques minutes après la charge, afin de permettre aux gaz occlus de s'échapper, on constate qu'aucun dégagement sensible de gaz ne se produit pendant toute sa durée.

Au point de vue mécanique, c'est-à-dire au point de vue de la solidité des plaques, l'accumulateur alcalin présente une supériorité incontestable.

Tous les électriciens connaissent les nombreux inconvénients que présentent les accumulateurs au plomb, parmi lesquels le plus important est la mise hors d'usage des électrodes, à la suite des charges et décharges successives, qui ont pour effet de produire des actions locales nuisibles dues à la sulfatation, lors de la décharge.

La formation de sulfate de plomb sur les plaques positives produit un foisonnement de la matière active, dont le volume augmente de ce fait, provoquant une dilatation nuisible de la plaque qui, n'étant pas élastique, ne reprend son volume primitif qu'à la suite d'une nouvelle charge Dans ces conditions, après un certain nombre de décharges, la plaque éclate, se brise ou se gondole et il en résulte une diminution de capacité de l'élément et souvent des courts circuits qui amènent rapidement la destruction des plaques et nécessitent leur remplacement.

La plaque négative est également le siège de réactions nuisibles lors de la décharge; sa matière active, formée de plomb métallique spongieux, s'oxyde et donne lieu à la formation d'un couple local et de sulfate de plomb insoluble et peu conducteur, qui amène aussi la destruction de plaques et une baisse de capacité.

L'accumulateur alcalin ne présente pas les mêmes inconvénients, car les électrodes ne subissent aucun changement appréciable et elles sont indéformables, ce qui évite absolument tout court-circuit. En effet, lors de la décharge, il se produit une contraction, au lieu d'un foisonnement, de la matière active; cette contraction est même assez sensible si la décharge est poussée très loin. D'autre part, comme la matière active

positive n'est pas agglomérée, comme dans les accumulateurs au plomb, où cette agglomération de la matière active est obtenue au moyen du sulfate de plomb qui se forme, il est absolument indispensable que la matière active positive de l'accumulateur alcalin (hydroxydes de nickel) ne puisse pas s'échapper des pochettes ou tubes qui la contiennent.

C'est l'observation de ces phénomènes qui a amené M. Gouin à constiuer son électrode positive de telle manière que la chute des matières actives soit complètement évitée. A ce propos, il a été constaté que ce résultat avait été obtenu, puisque dans un accumulateur du type sous-marin pesant 180 kg, d'une capacité de 5000 watts-heure, après un fonctionnement de 4 mois, représentant 100 charges et 100 décharges, le résidu retiré du fond du bac, du poids de 80 grammes, soumis à l'analyse chimique, n'a pu accuser aux réactifs les plus sensibles la moindre trace d'oxyde de nickel ou de nickel métallique Ce résidu était presque entièrement formé de particules de fer provenant de la surface extérieure des électrodes négatives et d'un peu de graphite.

Lors de la charge, la matière active de l'électrode positive reprenant son volume primitif, il est absolument indispensable que l'enveloppe la renfermant soit indéformable.

Dans les accumulateurs alcalins, pendant la période de charge, l'eau qui dissout la potasse, constituant l'électrolyte, est décomposée en oxygène et en hydrogène. L'oxygène se porte sur l'électrode positive en nickel pour former un oxyde supérieur de ce métal, tandis que l'hydrogène se porte sur l'électrode négative en fer pour réduire l'oxyde de fer qui la recouvre.

Dans ces conditions, il ne peut se produire de phénomène analogue au foisonnement des accumulateurs au plomb; il est possible de réduire la quantité d'électrolyte dans chaque élément et l'on peut procéder, sans aucun inconvénient, à la charge et à la décharge rapides de la batterie au régime de 20 à 25 watts par kilogramme d'élément, ce qui n'est pas le cas des accumulateurs au plomb, pour lesquels on ne peut dépasser 7 à 8 watts.

Quant à la durée de la charge normale, celle des accumulateurs alcalins peut s'effectuer en deux ou trois heures pour les batteries de traction et en trois à cinq heures pour les batteries à poste fixe, alors que celle des accumulateurs au plomb exige de trois à cinq heures pour les batteries de traction et de huit à dix heures pour les batteries à poste fixe.

Lors des essais effectués au Laboratoire central d'électricité on a constaté, en effet, que les éléments alcalins résistaient parfaitement à des régimes de charge et décharge brusques et violents et qu'après 500 décharges la capacité de l'élément pouvait être ramenée à sa valeur primitive. C'est là un résultat pratique des plus importants.

En ce qui concerne le rendement, on a constaté que l'accumulateur Gouin a une capacité totale utile, supérieure de 20 à 25 0 0 à celle des meilleurs accumulateurs au plomb.

En effet, dans les meilleurs accumulateurs au plomb à poste fixe, la capacité utile par kilogramme d'élément est de 6 à 8 watts-heure et de 20 à 24 watts heure pour les accumulateurs de traction. Cette capacité utile atteint respectivement 18 à 20 watts-heure et 24 à 30 watts-heure pour les éléments Gouin.

La durée des accumulateurs alcalins est au minimum dix fois plus grande que celle des accumulateurs au plomb. Les bornes et les pièces de contact en nickel ne sont pas susceptibles de se détériorer, alors que, dans les accumulateurs au plomb, malgré toutes les précautions, elles sont rapidement mises hors d'usage.

Une batterie d'accumulateurs alcalins peut être laissée entièrement déchargée pendant plus d'un mois sans aucun inconvénient et aussi être déchargée complètement en court-circuit, alors qu'une batterie d'accumulateurs au plomb soumise à un pareil régime serait mise rapidement hors d'usage.

Les accumulateurs au plomb, après usure, n'ont aucune valeur, même comme vieux plomb. Dans l'accumulateur alcalin, le nickel qu'il contient conserve sa valeur qui n'est pas négligeable.

Enfin, à puissance égale, les accumulateurs alcalins sont plus légers et moins encombrants que les accumulateurs au plomb. En effet, les accumulateurs au plomb pour traction n'ont qu'une capacité utile de 48 à 50 watts-heure par décimètre cube et de 12 à 15 watts-heure pour les batteries stationnaires, tandis que les accumulateurs alcalins ont respectivement de 55 à 60 et de 30 à 40 watts-heure, toujours par décimètre cube.

En ce qui concerne l'entretien des batteries, principalement des batteries de traction, l'accumulateur au plomb nécessite un démontage, un lavage complet et une charge de désulfatation tous les mois, tandis que l'accumulateur alcalin n'a besoin qne d'un simple lavage tous les trois mois au maximum.

La seule objection sérieuse que l'on puisse faire à l'emploi de l'élément alcalin, tel qu'il est cons-

truit actuellement, est son rendement, qui est légèrement inférieur à celui de l'accumulateur au plomb.

Il est essentiel de faire remarquer que le rendement est fonction d'une bonne utilisation et d'une bonne conductance des matières actives; or, sur ce point, l'élément alcalin s'améliore de jour en jour et le rendement des éléments Gouin est déjà très sensiblement supérieur à celui des éléments Edison, par suite de l'emploi de plaques négatives ayant une grande surface et dépourvues de toute enveloppe extérieure résistante; d'autre part, il ne faut pas, à notre avis, lorsqu'on veut comparer les rendements de deux types d'éléments, se borner à déterminer ces rendements sur des éléments neufs, mais bien déterminer le rendement moyen pendant toute la durée de leur service; or, à ce point de vue, non seulement le rendement des éléments alcalins est au moins égal à celui des accumulateurs au plomb, mais il lui est même supérieur, car si la conductance des matières actives des éléments au plomb est supérieure à celle des éléments alcalins, au début de leur fonctionnement, il n'en est plus de même après 30 ou 40 décharges, parce que les matières actives des accumulateurs au plomb perdent très rapidement leur adhérence avec les supports conducteurs et il se produit alors sur ceux-ci une grande perte de courant par électrolyse; tous les électriciens ayant utilisé des accumulateurs au plomb ont pu le constater. Dans les éléments alcalins, ce phénomène ne peut pas se produire, à moins que la matière active positive ne tombe dans le bac, inconvénient absolument évité dans l'accumulateur Gouin.

Le rendement de l'accumulateur Gouin reste sensiblement constant, au moins pendant un nombre de décharges dix fois supérieur à celui des accumulateurs au plomb. De plus, dans les éléments pour batteries à poste fixe, seul cas où le rendement présente un grand intérêt, il suffit de ne pousser la décharge que jusqu'aux deux tiers de leur capacité normale pour obtenir un rendement atteignant facilement en énergie 60 à 62 0/0 et, cela, avec une capacité par kilogramme de poids total de 18 à 20 watts-heure, alors que les batteries au plomb, pour la même application, ne donnent, neufs et en bon état, qu'environ 65 0/0 de rendement, avec une capacité de 5 à 6 watts-heure par kilogramme de poids total.

L'accumulateur Gouin constitue un progrès important à cause de sa supériorité, si on le compare aux accumulateurs au plomb. Il se prête parfaitement à des applications pour lesquelles l'accumulateur au plomb n'a jamais pu donner jusqu'ici entière satisfaction, notamment pour l'alimentation des lampes portatives, pour la traction des voitures automobiles et des tramways pour l'éclairage des trains de chemins de fer, pour la propulsion des bateaux sous-marins, etc.

Enfin, au point de vue de fabrication et utilisation, les acccumulateurs alcalins sont loin de présenter les mêmes dangers que les accumulateurs au plomb et, par suite, les règlements d'hygiène concernant ces derniers ne leur sont point applicables.

J.-A. Montpellier.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

APPLICATIONS DIVERSES

L'électricité dans les mines de charbon en Angleterre.

Dans le Royaume-Uni, la proportion des houillères dans lesquelles on emploie des haveuses électriques n'est guère que de 5 0/0, mais on constate cependant un grand progrès à ce sujet et l'emploi de ces nouvelles machines se relie assez intimement aux agitations ouvrières qui se produisent de temps en temps dans le monde des mineurs. Les préventions que les ouvriers mineurs gardent contre l'emploi de l'électricité ne sont pas encore dissipées. Ces préventions sont, pour la plupart, basées sur une ignorance des véritables causes de certains accidents et, en l'absence d'informations exactes concernant leur origine, ils en incriminent l'électricité et les installations électriques quelles qu'elles soient. Cette question a été étudiée à diverses reprises l'année dernière par les ingénieurs électriciens et plus récemment à la Chambre des communes dans le règlement concernant les mines de charbon. Dans ce règlement, on trouve une clause décidant que l'électricité ne pourrait être adoptée ni continuer à être employée dans une mine où le pourcentage de gaz dégagé serait supérieur à un demi 0/0. Sous la pression de certaines compétences, le

gouvernement a élevé ce pourcentage à 1,2 o/o, ce qui a plus satisfait les ingénieurs électriciens, mais les craintes et les préventions continuent parmi les ouvriers et une nouvelle discussion, qui a eu lieu à la Chambre des communes, démontre que celle-ci est plus disposée à écouter les représentations des mineurs que celles des industriels électriciens.

C'est pour cela que jamais il n'y a eu, autant qu'aujourd'hui, de séances de sociétés savantes consacrées à l'emploi de l'électricité dans les mines, surtout à l'association des ingénieurs électriciens des mines qui s'efforce évidemment de développer ces applications spéciales de l'électricité et de les faire accepter par les ouvriers. Mais il y a d'autres associations qui se sont donné le même but. Par exemple, l'association des ingénieurs de Manchester a consacré toute une séance à la question des haveuses électriques. Ce sujet a été traité d'une manière fort détaillée par M. Bolton Shaw qui, après avoir fait l'historique des différents procédés d'abatage, vient à décrire les divers types de haveuses.

Si nous écartons certaines parties de ce travail pour ne résumer que les renseignements qu'il donne au sujet de ces machines, nous voyons que la machine à disque a une grande puissance et que son action est particulièrement appropriée aux fronts de taille les plus durs; elle donnera un excellent rendement et une grande sécurité dans l'abatage. Si le charbon est friable, comme l'action de cette machine porte sur une large surface, il peut se faire que des fragments de charbon gros ou petits se détachent de la voûte, tombent et puissent être un danger pour les ouvriers. Lorsque le niveau ou le sol de la galerie est inégal ou dévie de la ligne droite, il devient également difficile de manœuvrer cette machine; on est obligé de réduire son travail et de perdre une grande partie de l'énergie absorbée par son entraînement. La machine à disque présente trois surfaces de coussinets qui sont exposées à la poussière de la taille et qu'il est difficile de bien graisser; il se produit alors de rapides usures.

La machine à chaîne peut être considérée comme intermédiaire entre la précédente et celle à barre et son application sera probablement plus générale que pour les deux autres. Son action est analogue à celle de la machine à disque, mais elle n'a pas sa puissance et est plus appropriée au charbon tendre; elle peut travailler sans grandes difficultés sur des sols inégaux.

La machine à barre possède une action beaucoup moins puissante que les deux types précédents et est parfaite pour les charbons très friables et les argiles réfractaires. Elle fonctionne très facilement sur les niveaux les plus inégaux; si elle n'est pas munie du tablier, elle laisse dans la taille beaucoup de poussière qui doit être enlevée à la main avant la manipulation du charbon d'abatage. Le mouvement de va et vient de la barre expose à la poussière la partie postérieure qui est recouverte d'huile; cette poussière y adhère et il est difficile d'empêcher que cette pâte d'huile et de charbon ne provoque de l'usure et de l'échauffement.

La hauteur moyenne des haveuses est de 46 cm pour les machines à courant continu et de 56 à 61 cm pour celles à courants triphasés; les moteurs nécessitent dans ce cas une plus grande hauteur. L'énergie moyenne absorbée dans l'entraînement varie de 15 à 30 ch selon le type et la puissance de la machine. La vitesse adoptée varie quelque peu selon les machines, mais la moyenne pratique est de 76 à 91 m par minute pour la machine à disque, de 91 à 121 m pour la machine à chaîne et de 150 à 180 m pour la machine à barre. Les machines américaines les plus fréquemment employées donnent de plus grandes vitesses.

Avec le courant continu, on adopte généralement le moteur-série pour les machines à disque et à chaîne et le moteur compound pour les haveuses à barre. Les avantages du moteur série consistent dans un excellent couple de démarrage qui est particulièrement précieux pour les haveuses à disque et, comme il ralentit sous l'effort d'une surcharge, le bruit produit par la marche est modifié et donne justement une excellente indication pour la conduite de la machine. Dans les courants triphasés, on emploie le moteur à bagues pour les haveuses à disque et le moteur à cage d'écureuil pour les haveuses à chaîne ainsi que pour celles à barre; ce dernier type est d'ailleurs plus simple et plus approprié aux travaux des mines. On peut même dire que les moteurs triphasés donnent plus de sécurité que les moteurs à courant continu.

Les principales raisons qui font préférer par beaucoup les machines à air comprimé sont l'absence de tout danger d'inflammation de gaz, de chocs transmis aux ouvriers et la plus grande simplicité de ces machines au point de vue mécanique. Mais elles possèdent aussi des défauts qui contrebalancent ces avantages. Le rendement, au point de vue de la consommation d'énergie, est bien inférieur à celui des machines électriques. Dans les haveuses électriques, le rapport du travail fourni par la haveuse au travail requis pour actionner la génératrice est de 70 o/o, tandis que ce rapport existant entre la haveuse à air comprimé et le compresseur n'est que de 35 o/o. En d'autres termes, la vapeur dépensée dans ce dernier cas est le double de la consommation avec l'électricité. Les machines à air comprimé n'ayant pas de mécanisme de réglage ralentissent avec tout accroissement dans la dureté de la coupe, et la vitesse augmente avec la facilité de taille. Jusqu'à un certain point c'est un avantage, mais en dehors de limites très modérées, cet avantage se change en inconvénient.

Les préventions élevées contre les installations électriques, justifiées quelquefois par des faits, à cause des explosions et des risques possibles provenant de l'emploi de haveuses électriques, ont provoqué, comme nous l'avons dit, des règlements très sévères à ce sujet et un accroissement considérable dans l'emploi des machines à air comprimé. Bien que cela puisse paraître retarder le développement des machines électriques, on verra plutôt que ces restrictions finiront par amener des modifications et des perfectionnements dans les haveuses électriques de manière à leur donner plus de sécurité. Déjà, on a réalisé, à ce point de vue, de grands progrès et on en réalisera de plus grands encore En résumé, avec une réglementation bien nette des cas où l'électricité peut être employée dans les mines et des possibilités d'adopter des haveuses électriques, on verra l'emploi de celles ci se multiplier d'autant plus qu'elles donneront une plus grande sécurité et une grande souplesse de fonctionnement.

Déjà aux Etats-Unis, leur nombre s'accroît et représente 30 0 0 des machines employées et nul doute qu'en Angleterre on ne suive cet exemple dans un avenir rapproché. — A. H. B.

TRACTION

Traction électrique avec du courant alternatif à 50 périodes sur les chemins de fer à voie étroite.

Suivant M. Wiesinger, lisons-nous dans l'*Elektrotechnik und Maschinenbau*, l'emploi du courant alternatif à 50 périodes donne d'excellents résultats sur les petites voies ferrées qui sont alimentées par des stations centrales intercommunales, c'est-à-dire qui ne comportent pas l'aménagement d'une station centrale spéciale pour leurs besoins. D'après les constatations faites par l'entreprise Bergmann, la traction est alors aussi parfaite que celle obtenue avec des moteurs à courant continu; la même surcharge est possible, ainsi qu'un freinage électrique. D'autre part, les dimensions et le poids des moteurs à courant alternatif sont plus avantageux, en cas de service prolongé. Sans doute l'équipement de la voiture, avec le courant alternatif, est plus onéreux; mais les frais de canalisation et de distribution sont moindres. Les pertes totales, sur la canalisation, sont plus faibles que dans le cas d'emploi de courant continu, particulièrement là où il faut l'obtenir par transformation du courant triphasé. Au reste, la puissance de traction à donner aux trains des chemins de fer alimentés par le courant alternatif ne doit pas dépasser 300 ch; au-dessus de ce chiffre, la chute de tension est trop forte et le facteur de rendement devient trop mauvais, surtout au démarrage.

Un petit chemin de fer de ce type a été construit, par l'entreprise ci-dessus, à Saint-Avold (Lorraine), où on dispose d'un réseau à courant triphasé sous 5000 volts et à 50 périodes. La tension est abaissée dans deux sous-stations, au moyen de deux transformateurs de 60 kw, à 700-750 volts. Le primaire du transformateur est monté sur la tension de phase, le secondaire se trouve entre le fil de trolley et le rail. Le matériel d'exploitation est aménagé comme sur les autres chemins de fer. La consommation en courant de deux voitures circulant simultanément sur des rampes est, à une allure de 30 km et avec cos $\varphi = 0,87$, d'environ 230 KVA. Le fil de trolley peut être encore relié au réseau triphasé au moyen d'un montage Scott. En cas de prise simultanée, sur le réseau triphasé, de courant de traction et de courant d'éclairage, le courant de traction ne doit représenter que 10 0 0 de la puissance totale du réseau, afin que les variations de tension, sur les fils d'éclairage, ne soient pas trop grandes.

Sur le chemin de fer de Saint-Avold, on emploie des moteurs à répulsion à six pôles, dont le stator a reçu un enroulement à bobine divisé en deux parties. Ces moteurs, en développant de façon continue 60 ch, sont alimentés avec du courant sous 560 volts et font 700 tours. Deux moteurs peuvent faire circuler une voiture automotrice de 11,5 t et une voiture d'attelage ayant une charge utile de 10,2 t, à une allure de 30 km à l'heure, sur une rampe de 55 0 00 et à une allure de 20 km, sur une rampe de 74 0 00; ils développent 147 ch dans le premier cas et 155 dans le second. L'élévation de température est de 32° au bout d'une heure de fonctionnement; en cas de service prolongé, elle est de 65°. Le poids de l'équipement électrique de la voiture automotrice est de 3,2 t. — G.

USINES GÉNÉRATRICES

L'alimentation électrique de Caboul (Afghanistan).

Suivant l'*Electrical Review*, on se prépare à construire sur la rivière Salong, à 64 km de Caboul, une usine hydraulico-électrique qui disposera d'une chute d'une quarantaine de mètres et qui recevra trois turbo-génératrices, chacune de 500 kw, produisant des courants triphasés à 60 périodes. Ce courant sera transporté, sous la tension de 44 000 volts, à Caboul, où il servira à l'alimentation, en force motrice, des fabriques de l'Etat, ainsi qu'à l'éclairage public et privé. On évalue la dépense totale à environ 65 millions de fr. La plus grande partie de l'outillage employé provient d'Amérique. — G.

Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques

DE LA PREMIÈRE CATÉGORIE DANS LES IMMEUBLES ET LEURS DÉPENDANCES

(Suite et fin) (1)

40. Les *interrupteurs multipolaires* et appareils similaires devront, à la position de « circuit ouvert », former interruption sur tous les pôles.

41. Les interrupteurs desservant des circuits absorbant *plus de 5 ampères* devront être à double rupture.

42. Les interrrupteurs ou sectionneurs placés sur les *conducteurs neutres* ou de mise à la terre devront être installés de façon à ne pouvoir être manœuvrés que par le personnel autorisé.

43. Toutefois, les interrupteurs ou sectionneurs pourront être montés sur les conducteurs neutres ou de mise à la terre s'ils sont multipolaires et s'ils agissent simultanément sur tous les pôles de façon à produire la mise complète en circuit ou hors circuit.

D. — *Prises de courant.*

44. Les *prises de courant* avec ou sans interrupteur ou coupe-circuit devront être établies d'après les mêmes principes que les appareils d'interruption, de distribution et de sécurité.

45. Les connexions des fiches de prises de courant devront être exécutées de façon à éviter toute traction exercée sur les conducteurs qui s'y rattachent.

46. Les fusibles protégeant les prises de courant ne seront jamais placés dans les parties mobiles des appareils.

47. Les prises de courant des appareils mobiles devront être disposées de manière que la pièce femelle soit solidaire, autant que possible, de la partie fixe de la prise de courant reliée à la canalisation, la pièce mâle étant fixée à la partie mobile.

48. Toutefois, la disposition inverse pourra être employée sous réserve que les pièces sous tension, après séparation des éléments de la prise de courant, soient protégées contre tout contact extérieur.

49. Les prises de courant bipolaires devront comporter, autant que possible, deux broches ou chevilles distinctes non concentriques.

E. — *Coupe-circuits et disjoncteurs.*

50. Les dimensions et dispositions des *coupe-circuits, disjoncteurs à maximum et autres dispositifs de sécurité automatiques* devront être déterminées de façon à éviter l'échauffement exagéré des canalisations et appareils en service qui y seraient reliés.

51. Les *pièces fusibles* en métaux mous et alliages mous, et principalement les fils et lames, devront être munies de pièces de contact en cuivre ou autre métal dur.

52. Les *coupe-circuits*, dans lesquels le remplacement des fusibles ne pourrait être opéré que sous tension, devront être pourvus de dispositifs rendant, autant que possible, cette opération inoffensive pour les personnes chargées de la manipulation.

53. Les *pièces fusibles* et leurs dispositifs de serrage devront être protégés par un couvercle.

54. Les *couvercles métalliques*, si leur emploi ne peut être évité dans les coupe-circuits, seront pourvus intérieurement d'une protection isolante appropriée, telle qu'un enduit solide de matière isolante ou autre dispositif équivalent, afin d'éviter, dans la mesure du possible, la propagation d'arcs par le couvercle, lors du fonctionnement des coupe-circuits.

55. Les *coupe-circuits* devront être disposés de façon que leur fusion ne puisse produire, en aucun point, ni arc durable, ni court-circuit, ni projection de métal fondu.

56. Il est recommandé d'indiquer, de façon aussi apparente que possible à l'extérieur, la tension limite d'emploi des coupe-circuits sur la partie fixe ou support, et l'intensité normale ou calibre sur la partie mobile (bouchon ou fiche).

57. Chaque circuit principal ou dérivé devra être muni d'un coupe-circuit multipolaire.

Toutefois, plusieurs circuits d'appareils groupés n'absorbant qu'une puissance totale de 4 hectowatts au plus, pourront n'avoir qu'un coupe-circuit multipolaire.

58. Les appareils dispersés pourront être reliés à un coupe-circuit bipolaire unique si leur puissance totale ne dépasse pas 2 hectowatts.

59. Les coupe-circuits devront être placés aussi près que possible de l'origine des dérivations et groupés dans des endroits facilement accessibles.

60. Un coupe-circuit distinct devra être placé à l'origine de tout circuit desservant des appareils placés à l'extérieur ou dans un local humide.

61. Jusqu'à 50 ampères, le *calibre* du coupe-circuit sera défini par les conditions suivantes :

1° Pouvoir supporter, sans fondre ou s'altérer, une intensité de 25 0/0 supérieure à celle du courant normal ;

2° Fondre sûrement pour une intensité double de la normale.

62. Jusqu'à 20 ampères, il est conseillé de faire usage des calibres 1, 3, 5, 10, 15 et 20 ampères, avec fusibles correspondants non interchangeables.

63. Les conducteurs ayant expressément pour objet la *mise à la terre* du matériel, en vue de la protection des appareils ou canalisations, ne comporteront pas de coupe-circuits.

64. Les conducteurs neutres des systèmes à fils multiples ou polyphasés ne comporteront pas, en principe, de coupe-circuits ni de disjoncteurs.

65. Toutefois, les conducteurs dérivés des conducteurs neutres et formant partie d'une dérivation à deux fils alimentant des appareils, pourront comporter des coupe-circuits ou des dispositifs de sécurité analogues.

F. — *Démarreurs et rhéostats.*

66. Les *démarreurs et rhéostats*, dont la manipulation entraîne des interruptions de courant, devront être disposés de façon à ne laisser subsister aucun arc permanent lors de leur fonctionnement.

67. L'adjonctions d'interrupteurs complémentaires aux rhéostats et démarreurs n'est exigible que si ces appareils ne permettent pas eux-mêmes la mise hors circuit de tous les pôles des appareils à alimenter.

68. Cette disposition ne concerne pas les appareils placés dans les locaux affectés au service particulier de l'installation électrique et ne devant être manœuvrés que par le personnel qui en a la charge.

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1098, 13 janvier 1912, p. 31.

69. Les parties sous tension des rhéostats, démarreurs et appareils de chauffage doivent être pourvues de dispositifs de protection incombustibles.

70. Les installations des *batteries d'accumulateurs* reliées à une distribution publique d'énergie devront être, en outre des interrupteurs et coupe-circuits nécessaires, protégées par un disjoncteur à maximum.

71. Les *rhéostats de réglage* employés pour la charge des accumulateurs devront comporter un interrupteur à retour automatique au zéro en cas d'interruption de courant.

CHAPITRE V

Canalisations, conducteurs et accessoires.

A. — *Conducteurs.*

72. Les conducteurs employés dans les installations peuvent être classés comme suit :

73. 1° *Conducteurs nus* ou simplement protégés contre les actions chimiques. — Ces conducteurs ne devront être exceptionnellement tolérés que si leur adoption ne peut donner lieu à aucun danger, ni pour les personnes, ni pour les choses.

74. 2° *Conducteurs isolés.* — Les conducteurs isolés devront être établis en conformité avec les instructions de l'Union des Syndicats de l'électricité. Ils devront comporter, à quelque catégorie qu'ils appartiennent, une protection mécanique et électrique.

75. La *protection électrique* des conducteurs isolés devra être constituée par une ou plusieurs couches de caoutchouc ou autres matières équivalentes.

Chaque couche isolante sera convenablement centrée par rapport à la précédente et au conducteur.

76. La *protection mécanique* des conducteurs devra être telle que l'isolant ne risque pas d'être endommagé lors du montage.

77. Lorsque plusieurs conducteurs souples ou non seront réunis sous une même gaine extérieure, chacun d'eux devra être isolé et protégé mécaniquement comme s'il était seul.

78. Les *dimensions* des conducteurs doivent assurer la sécurité de l'installation au point de vue de la résistance mécanique et de l'échauffement admissible.

79. La température maximum atteinte par les conducteurs en service normal doit être compatible avec la conservation de l'isolation propre aux conducteurs et de l'isolation de l'installation; les intensités admissibles dans les conducteurs doivent être choisies en conséquence.

80. Les conducteurs en cuivre isolés, non placés en terre, devront avoir des *sections* telles qu'en régime normal la densité du courant reste voisine des valeurs du tableau ci-après enseignées par la pratique :

Densité de courant admissible par mm². amp.		mm².
5.	jusqu'à	5
4.	de 6 jusqu'à	15
3.	de 16 jusqu'à	50
2.	de 51 jusqu'à	100
1,5.	de 101 jusqu'à	200
1.	au-dessus de	200

81. Les intensités de courant ci-dessus indiquées ne doivent être dépassées que pour des surcharges de très courte durée.

82. Dans le cas de *service intermittent*, les valeurs du tableau précédent peuvent être dépassées à la condition de ne pas provoquer un échauffement supérieur à celui qui résulterait, en service normal, de l'application des valeurs indiquées à ce tableau.

83. Les densités approximatives indiquées plus haut sont recommandables pour les *conducteurs nus* jusqu'à 50 mm² de section environ; pour les sections supérieures, les densités de courant pourront être plus élevées tout en restant dans les limites compatibles avec la sécurité.

84. Il est conseillé de déterminer les sections des conducteurs des installations d'éclairage par incandescence de façon que *la perte de charge* entre le compteur ou l'interrupteur général et la lampe la plus éloignée ne dépasse pas 3 o/o de la tension au compteur ou à l'interrupteur général, quand la totalité des lampes devant fonctionner simultanément se trouve alimentée.

85. Les *sections minimum* des conducteurs en cuivre sont déterminées conformément aux recommandations suivantes :

a) Conducteurs isolés : 0,64 mm² correspondant au fil de 0,9 mm de diamètre, sauf exception pour les fils câblés d'équipement de lustrerie, où l'on peut admsttre 0,10 mm correspondant au fil de 0,7 mm de diamètre.

b) Conducteurs nus à l'intérieur des bâtiments et conducteurs isolés aériens ou apparents à l'intérieur des bâtiments, lorsque l'écartement des points de fixation dépasse 1 m : 4 mm².

c) Lignes aériennes extérieures à basse tension : 6 mm².

86. Les sections des conducteurs *en métal autre que le cuivre* devront être calculées en tenant compte du rapport des résistivités du métal considéré et du cuivre.

87. Ces conducteurs devront, en outre, satisfaire aux mêmes conditions de sécurité que ceux en cuivre, tant au point de vue mécanique qu'à celui de l'échauffement.

B. — *Montage des conducteurs.*

88. Les moyens employés pour fixer les canalisations devront assurer l'isolation et éviter toute détérioration des conducteurs et de leurs isolants s'ils en comportent.

89. Tous les conducteurs et appareils devront, autant que possible, être accessibles, afin qu'on puisse en tout temps les vérifier et les remplacer.

90. Ils devront, en outre, être disposés et installés de façon que leur minipulation puisse s'effectuer sans risque de détérioration mécanique.

91. Les *connexions des lignes* avec les tableaux et appareils autres que ceux employés pour la lustrerie, devront être réalisées à l'aide d'un serrage par vis assurant un parfait contact, à l'exclusion des soudures ou ligatures.

92. Les *connexions des conducteurs entre eux*, ainsi que les dérivations, seront toujours assurées par soudure, vis ou dispositif équivalent.

93. Les *soudures*, lorsqu'il en sera fait usage, devront être exécutées en évitant l'emploi de substances liquides et acides susceptibles d'altérer le métal ou les isolants voisins de la soudure.

94. Les *soudures et épissures* ne devront pas constituer de points faibles, soit mécaniquement, soit électriquement.

95. A l'endroit des soudures et épissures, l'isolant électrique devra être établi avec des matières isolantes équivalentes à celles constituant l'enveloppe des conducteurs.

96. Les câbles et conducteurs en cuivre jusqu'à 6 mm² de section et les fils souples jusqu'à 25 mm² de section devront être fixés sur les appareils au moyen de dispositifs assurant en permanence un parfait contact, et évitant, notamment, l'éparpillement des brins constituant le conducteur.

97. Au-delà des dimensions indiquées au paragraphe 96, les extrémités des fils et câbles à fixer sur les appareils devront être munies de pièces terminales appropriées.

98. Les soudures, épissures ou connexions ne devront supporter aucun effort de traction.

99. Les canalisations constituées par des *conducteurs souples* devront toujours être apparentes.

100. Les *jonctions ou dérivations des conducteurs souples* entre eux ou avec d'autres conducteurs devront être faites, autant que possible, par prise de courant avec contact à vis.

101. Par exception, les *connexions* entre conducteurs souples dans les *appareils d'éclairage* pourront être réalisées directement par soudure sous réserve que l'isolement répondra aux conditions de sécurité imposées à ces appareils (*voir* chap. VI).

102. Les conducteurs mobiles ne devront être reliés aux parties fixes des canalisations qu'à l'aide de dispositifs de prise de courant appropriés.

103. En outre des conditions de solidité mécanique et d'isolement spécifiées par les instructions de l'Union des syndicats, les *conducteurs mobiles* dérivés sur des canalisations fixes peuvent nécessiter des dispositions de protection supplémentaires lorsqu'ils risquent d'être soumis à des manipulations brutales.

104. Il est recommandé d'observer entre conducteurs nus de polarités différentes un écartement minimum de 5 cm environ pour des portées de 2,50 m.

105. L'écartement de ces conducteurs par rapport aux murs voisins devra être de 5 cm environ, à moins qu'il ne soit pris des dispositions spéciales pour assurer l'isolation et éviter le contact des conducteurs avec les parois voisines.

106. Les écartements indiqués ci-dessus pourront être sensiblement réduits dans le cas de conducteurs formés de barres en métal massif ou de fils de forte section présentant une rigidité suffisante ; tels sont, par exemple : les conducteurs reliant les accumulateurs, machines et tableaux; ceux réunissant les batteries d'accumulateurs ou servant au couplage de conducteurs d'alimentation ou à la répartition et à la distribution sur les tableaux.

107. D'une façon générale, dans tous les autres cas, les distances indiquées plus haut pourront être réduites suivant les exigences locales, à condition d'assurer le maintien des écartements entre les conducteurs au moyen de dispositifs mécaniques et isolants appropriés formant entretoises.

108. L'espacement de ces entretoises devra être tel qu'un contact ne puisse se produire soit à l'arrêt, soit durant le service.

109. Les *conducteurs isolés* apparents, posés sur poulies ou taquets en matière isolante, installés à l'extérieur des bâtiments, devront être écartés des murs et parois d'au moins 2 cm.

A l'intérieur des locaux, ils devront être écartés des parois d'au moins 1 cm.

110. Les conducteurs isolés destinés à être noyés dans la maçonnerie devront être protégés, sur toute la longueur de la partie noyée, par des *tubes étanches* non pénétrables, ni attaquables par les enduits ou l'humidité.

Ces tubes seront soumis aux mêmes obligations que ceux employés pour les traversées des murs, plafonds et planchers (*voir* art. 133 et suiv.).

111. En cas d'emploi de *câbles protégés mécaniquement par un revêtement métallique*, leurs connexions, soit entre eux, soit avec d'autres conducteurs et appareils, ne devront être exécutées qu'au moyen de manchons, boîtes de dérivation ou appareils analogues.

112. Les *câbles sous plomb* ne devront jamais être mis en contact immédiat avec les corps attaquant le plomb (le plâtre pur peut être considéré comme n'attaquant pas le plomb).

113. Les câbles sous plomb nu noyés dans la maçonnerie devront être protégés.

114. L'emploi d'*attaches métalliques* est interdit pour la fixation des câbles sous plomb, à moins d'intercaler une fourrure appropriée entre l'attache et le plomb.

115. Les conducteurs *isolés et armés*, employés dans les locaux secs ou à l'air libre et montés sur des engins mécaniques divers (tels que grues, transporteurs, etc.), placés sous la surveillance, en service courant, d'un personnel spécial, pourront être appliqués directement sur les appareils, ainsi que sur les montures et parois de la construction, à l'aide de dispositifs de fixation appropriés.

116. Les enveloppes de nature magnétique employées à la protection des *conducteurs ou câbles parcourus par des courants alternatifs* doivent, en vue d'éviter les échauffements dus aux effets d'induction, former gaine commune pour les conducteurs, de façon que la somme des intensités instantanées dans ces conducteurs soit nulle ou sensiblement nulle.

C. — *Matériel de pose des canalisations.*

117. Les *moulures*, s'il en est fait emploi, devront être en bois sec ou matière isolante; l'intervalle entre les rainures sera d'au moins 5 mm pour permettre le clouage. La ligne de pose des pointes sera, autant que possible, indiquée sur le couvercle.

118. Les dimensions des rainures devront être telles que les fils ou câbles y soient parfaitement libres.

119. Les moulures servant de protection mécanique aux conducteurs devront être aussi jointives que possible dans les raccords et au changement de direction.

120. Les moulures non imprégnées d'un enduit hydrofuge ne pourront être employées que dans les locaux secs, à moins de dispositifs de pose appropriés.

121. Dans les *locaux humides*, des cales en matière non hygroscopique devront être interposées entre les murs et les moulures, de façon à ménager un espace d'air d'au moins 5 mm.

122. Sur les *plâtres frais*, les moulures devront être enduites, avant la pose et au moins sur la face appliquée contre le mur, d'un produit hydrofuge.

123. Une même rainure ne devra recevoir qu'un seul conducteur.

124. Les *taquets* devront assujettir parfaitement les fils sans endommager l'isolant.

125. L'emploi des *attaches métalliques*, crampons ou cavaliers (même isolés), ne devra être admis que concurremment avec des dispositifs appropriés et suffisants pour éviter la détérioration ou l'altération des isolants.

126. Le diamètre intérieur des *tubes*, lorsqu'il en sera fait emploi, les coudes et leurs rayons, ainsi que l'emplacement des boîtes de jonction, devront permettre de passer ou retirer facilement les conducteurs.

127. Les branchements et dérivations des conducteurs des canalisations sans tubes se feront exclusivement dans des boîtes de jonction.

128. Un même tube ne devra recevoir plusieurs conducteurs que si l'isolement de ces conducteurs est de qualité appropriée.

129. Les *tubes protecteurs* ne devront pas être attaquables par les matières employées aux scellements ; ils devront avoir une résistance mécanique suffisante pour

ne pas être détériorés pendant la pose, ni en service courant et devront être incombustibles. Ils devront être disposés de façon qu'il ne puisse y avoir d'accumulation d'eau à l'intérieur.

130. Les *tubes isolants* et leurs pièces de raccordement devront être étanches et ne pas présenter, à l'intérieur, d'arêtes vives pouvant endommager l'isolant du conducteur pendant la pose, ni en service courant.

131. Les *isolateurs* devront être incombustibles, indéformables à la chaleur et à l'humidité et impénétrables par l'humidité.

132. La forme des isolateurs devra être telle qu'ils ne puissent endommager les conducteurs, ni leurs isolants.

D. — *Prescriptions relatives à la traversée des murs et planchers, et au voisinage d'autres canalisations.*

133. Les conducteurs, à la traversée des murs, cloisons et planchers, devront être protégés, en ces endroits, par des tubes ou conduits d'une résistance mécanique suffisante; les conducteurs devront être, en outre, pourvus d'un isolement supplémentaire.

134. S'il est fait emploi de *tubes* pourvus intérieurement d'un *revêtement isolant* suffisamment efficace, les conducteurs pourront ne pas comporter d'isolement supplémentaire.

135. Dans les *anciennes constructions*, où les prescriptions ci-dessus ne pourraient être appliquées, le passage des conducteurs dans le vide des planchers pourra se faire sans interposition de tubes résistants, à condition que chacun des conducteurs soit revêtu d'une enveloppe protectrice isolante supplémentaire et suffisamment solide.

136. Les fourreaux résistants employés pour la traversée verticale des planchers devront faire saillie d'au moins 15 cm.

137. Les garnitures iolantes supplémentaires des conducteurs, dans les traversées, devront toujours dépasser d'au moins 5 mm les fourreaux de protection.

138. Les tubes ou fourreaux isolants, aboutissant à l'extérieur des immeubles ou dans un local humide, devront être constitués exclusivement par de la porcelaine, du verre ou matières analogues.

139. Les fourreaux devront avoir leurs extrémités disposées de façon à s'opposer à l'entrée et à l'accumulation de l'eau.

140. Au *croisement ou au voisinage des tuyaux de gaz, d'eau ou autres canalisations*, il sera laissé un espace d'air suffisant pour éviter tout contact nuisible; les conducteurs recevront, en outre, un supplément d'isolement et de protection mécanique.

141. Dans les locaux où passent des *conduites d'eau ou de vapeur*, toutes précautions utiles devront être prises pour éviter les effets de la chaleur et des condensations d'eau.

142. Au voisinage des installations de sonneries, téléphones, etc., ou analogues, il est recommandé d'isoler avec soin de celles-ci les canalisations de distribution d'énergie, afin d'éviter tout contact éventuel dangereux pour la sécurité des personnes et la conservation des choses.

CHAPITRE VI

Appareils d'utilisation.

143. Les parties métalliques sous tension des *douilles* de lampes à incandescence devront être montées sur supports isolants, incombustibles, inaltérables à la chaleur et à l'humidité; elles devront être également disposées de façon à éviter tout contact accidentel avec les personnes.

144. Les douilles devront être isolées des appareils sur lesquels elles seront montées.

145. Elles devront satisfaire aux mêmes conditions que les interrupteurs et les prises de courant, et être établies conformément aux dimensions-types arrêtées par l'Union des Syndicats de l'électricité (1910).

146. Les douilles à baïonnette devront être cloisonnées.

147. Les parties sous tension des *lampes à incandescence* doivent être protégées, dans la mesure du possible, contre un contact accidentel avec les personnes.

148. Les *lampes à incandescence* placées au voisinage d'étoffes ou matières facilement inflammables devront être pourvues de dispositifs empêchant le contact des lampes avec ces matières.

149. Les *lampes à arc* devront être isolées par leurs crochets de suspension.

150. Les *garnitures ou enveloppes d'habillage*, les supports et candélabres des lampes à arc, devront être isolés des parties sous tension du mécanisme de la lampe et ne devront pas faire partie du circuit.

151. Les passages des conducteurs à travers les enveloppes des lampes devront être disposés de façon à ne pas endommager les garnitures isolantes des conducteurs ou des lampes.

152. Des précautions devront être prises pour éviter la pénétration de l'eau dans les appareils placés à l'extérieur des immeubles ou dans les endroits où se dégagent des vapeurs.

153. Il est expressément recommandé d'éviter de suspendre les lampes à arc ou à incandescence par les conducteurs eux-mêmes.

En tout cas, les conducteurs servant en même temps de support aux lampes à arc ou à incandescence devront être disposés de façon que leurs extrémités ne supportent aucun effort de traction; des dispositions devront être également prises pour éviter le vrillage et la torsion des conducteurs.

154. Tout circuit de lampe à arc comprendra, autant que possible, sur chaque pôle un interrupteur et un coupe-circuit.

155. Les *rhéostats* de lampes à arc devront être abrités, aérés et séparés par un calorifuge de toutes matières inflammables.

156. Ils devront être établis de façon à ne jamais dépasser une température de plus de 200° C.

157. Les parties des rhéostats qui seront le siège d'un développement de chaleur, devront être éloignées d'au moins 5 cm des parois des murs ou des tableaux.

158. Dans tout local où les particules incandescentes de charbon tombant des lampes à arc offriraient un danger quelconque, il devra être pris des dispositions empêchant les dommages qui pourraient en résulter.

159. Les *appareils suspendus* devront être isolés à leur point de suspension. Il en sera de même des chaînes, tiges, câbles ou autres organes de suspension.

160. Les *appareils non suspendus* devront être isolés autant que possible des parois contre lesquelles ils seront appliqués.

161. *A l'intérieur des lustres et candélabres* ou appareils analogues placés au dehors, il ne sera fait emploi que de conducteurs munis d'enveloppes imperméables.

162. Les conducteurs sous tension fixés sur les appareils devront être assujettis de façon à éviter tout frottement ou glissement des conducteurs susceptible d'endommager les isolants.

163. A moins de dispositifs spéciaux de protection, les arêtes vives des contours des appareils devront être adoucies aux passages des conducteurs.

164. *A l'intérieur des appareils*, les passages réservés aux fils d'équipement devront être établis de façon que ces isolants ne soient pas détériorés et que les conducteurs puissent être placés ou retirés facilement.

165. Les *dérivations et connexions* devront être, autant que possible, centralisées et accessibles.

166. *Lampes portatives, appareils d'éclairage mobiles.* — Les montures métalliques de ces appareils ne pouvant être mises à la terre de façon pratique et continue, il y a lieu de recommander l'observation, dans la mesure du possible, des dispositions suivantes :

a. Les parties sous tension devront être protégées contre tout contact accidentel avec les personnes.

b. Le montage des conducteurs souples devra être prévu de façon que leur manipulation ne risque pas d'en provoquer la rupture.

167. Les appareils *mixtes à gaz et à l'électricité* ne seront tolérés que s'ils sont pourvus d'un raccord isolant durable.

Ils devront être disposés de façon que les conducteurs ne puissent être endommagés par la chaleur ou les produits de la combustion.

168. A moins de conventions spéciales, les *moteurs* devront être conformes aux prescriptions des « Instructions de l'Union des Syndicats de l'Electricité (1910) »; leur installation devra satisfaire aux prescriptions administratives.

169. Sauf les réserves relatives aux locaux spécialement affectés au service électrique, tous les moteurs de plus de 10 hectowatts seront munis d'un rhéostat à rappel automatique à zéro en cas d'arrêt du courant, ou d'un dispositif équivalent, sauf exceptions spécialement motivées.

Les moteurs devront être munis d'interrupteurs sur tous les pôles, le démarreur ou le disjoncteur pouvant faire office d'interrupteur.

170. Les moteurs devront être protégés par des coupe-circuits placés entre l'interrupteur et le moteur, ou par des disjoncteurs automatiques.

171. La construction des moteurs à courant continu employés sur les réseaux à plusieurs fils devra tenir compte de la tension de distribution maximum.

172. Au-dessus de 2 hectowatts, la mise en marche devra se faire progressivement au moyen d'un rhéostat; à moins de conventions particulières, le courant de démarrage ne devra pas dépasser le double environ du courant absorbé à puissance normale.

173. Les moteurs alimentés par une distribution publique d'énergie devront être installés de façon que leur emploi n'apporte aucun trouble à cette distribution.

174. Les installations de *moteurs synchrones à courant alternatif* mono ou polyphasé devront être subordonnées à un accord préalable avec le fournisseur d'énergie.

175. Sur les réseaux polyphasés, l'emploi des moteurs monophasés fera l'objet d'un accord spécial avec le fournisseur d'énergie.

CHAPITRE VII

Prescriptions spéciales à divers locaux particuliers.

176. *Dans les locaux affectés à un service électrique, les conducteurs neutres ou de mise à la terre* peuvent être pourvus de sectionneurs ou d'interrupteurs permettant de les isoler pour les besoins du service et du contrôle; la mise hors circuit de tous les pôles ou phases des démarreurs et rhéostats de service n'y est pas obligatoire; la protection spéciale des parties sous tension des appareils n'est à considérer qu'au point de vue accidentel des chocs, court-circuits ou chutes d'objets matériels.

177. Dans ces mêmes locaux, les conducteurs servant à transmettre des signaux ou à commander des manœuvres pourront exceptionnellement être placés dans des conduits communs s'ils sont munis de protections speciales suffisantes.

178. Dans les *locaux susceptibles d'humidité*, les parties de canalisations non à la terre devront être pourvues d'interrupteurs sur tous les pôles et phases; les conducteurs devront comporter une enveloppe isolante imperméable; les conducteurs mobiles devront être protégés contre toute détérioration par une enveloppe souple.

179. Les conducteurs multiples installés dans des locaux de cette espèce devront être facilement visitables et démontables.

Les conducteurs apparents devront être placés sur des isolateurs appropriés et ils devront être tenus à une distance minimum les uns des autres de 5 cm et à une distance des parois au moins égale à 5 cm.

180. *Dans les locaux où le sol et les parois sont très conducteurs* soit par construction, soit par suite de dépôts salins, résultant de l'exercice même de l'industrie ou par suite de l'humidité, on ne devra jamais établir, à portée de la main, des conducteurs nus ou des appareils placés à découvert.

181. Dans ces mêmes locaux, les appareils, interrupteurs, coupe-circuits, prises de courant et lampes ne devront pas comporter de matière altérable à l'humidité, et leur construction sera telle que l'introduction de l'eau y soit impossible.

182. *Dans les locaux soumis à des émanations acides ou salines ou situés à proximité de la mer*, on devra appliquer les prescriptions ci-dessus relatives aux locaux humides, en observant les plus grandes précautions dans le choix et l'emploi des matériaux et appareils.

En particulier :

Les tableaux de distribution, les appareils et les conducteurs devront être protégés efficacement contre les effets ou réactions chimiques dues aux vapeurs ou émanations.

L'emploi du bois dans la construction des appareils sera interdit.

Les douilles à clé seront interdites.

Les lampes à arc seront construites et protégées spécialement.

183. *Dans les locaux où sont installés des accumulateurs, dans les ateliers qui contiennent des corps explosifs et dans ceux où il peut se produire soit des gaz détonnants, soit des poussières inflammables*, il devra être interdit d'établir des machines électriques à découvert, des lampes à incandescence non munies de double enveloppe, des lampes à arc ou aucun appareil pouvant donner lieu à des étincelles, sans que ces appareils soient pourvus d'une enveloppe de sûreté les isolant de l'atmosphère du local.

184. *Dans les théâtres, salles de réunion*, on se conformera aux prescriptions particulières édictées pour Paris et le département de la Seine par la Préfecture de police dans ses ordonnances spéciales.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

NOUVEAU DISPOSITIF

pour la Modulation des Ondes Électriques

DANS LA TÉLÉPHONIE SANS FIL

Les dispositifs que l'on connaît aujourd'hui pour la modulation des ondes électriques en téléphonie sans fil sont basés les uns sur la variation

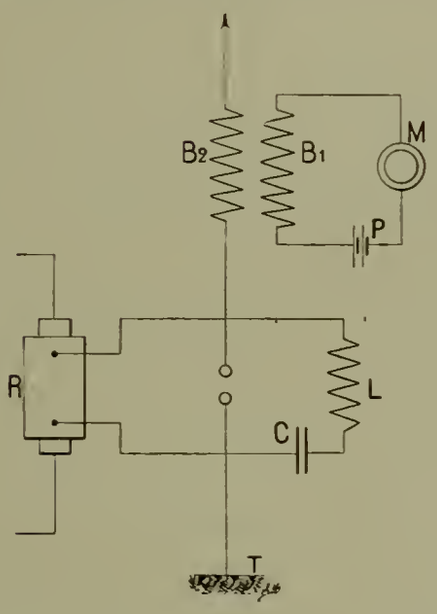


Fig. 25.

d'intensité, les autres sur la variation de fréquence des ondes émises par l'antenne. Ceux que l'on emploie ordinairement font partie de la première

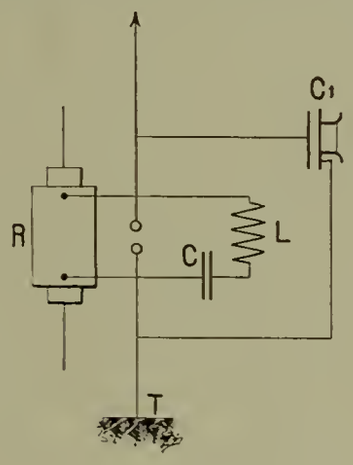


Fig. 26.

catégorie, quoique les seconds soient plus efficaces, ainsi que l'a justement indiqué M. Poulsen qui dit que l'on arrivera à communiquer par la téléphonie sans fil à des distances très considérables, en utilisant précisément des variations dans la longueur des ondes émises.

On peut obtenir ces variations de fréquence de plusieurs manières, en agissant soit sur la self du circuit d'alimentation de l'antenne, circuit secondaire d'un arc Poulsen, soit sur une capacité. Les figures 25 et 26 montrent deux dispositifs brevetés par M. F. Fessenden; le premier a été expérimenté par M. Majorana et n'a donné que des

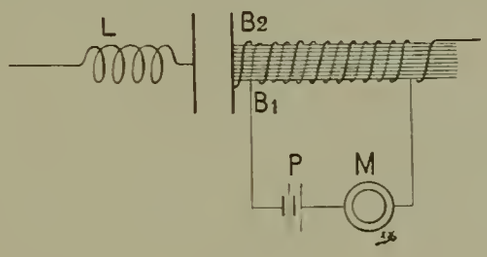


Fig. 27.

résultats peu satisfaisants; le second produit des effets assez faibles, parce que les variations de la capacité C_1 sont très petites.

J'ai étudié un dispositif dans lequel on agit en même temps aussi bien sur la self que sur la capacité du circuit oscillant et celui que je vais décrire est très efficace. Un microphone M (fig. 27) est intercalé dans la bobine primaire B_1 d'un

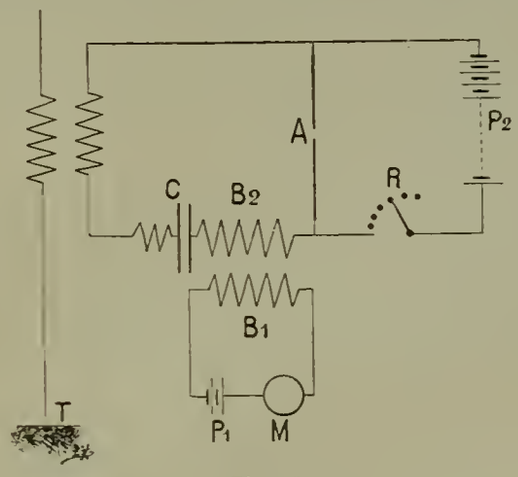


Fig. 28

transformateur, dont la bobine secondaire B_2 est roulée sur un noyau de fils de fer qui porte à une de ses extrémités la plaque fixe du condensateur qui fait partie du circuit oscillant. L'autre plaque du condensateur est mobile et est reliée à un ressort L qui fonctionne comme self.

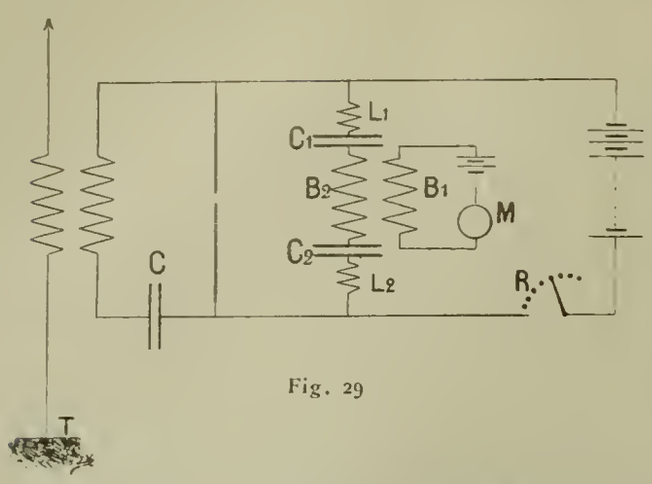


Fig. 29

Si l'on parle devant le microphone M, l'intensité d'aimantation du fer varie et, par suite, l'armature mobile du condensateur est plus ou moins attirée, selon l'intensité des courants microphoniques passant dans le circuit M B_1 P.

On obtient ainsi des effets très marqués, parce que l'on agit en même temps sur la self B_2, sur la capacité et sur la self L.

Dans le dispositif que représente la figure 28, on agit sur la self B_2 et sur la capacité C du circuit oscillant d'un arc Poulsen; dans les dispositifs que montre la figure 29, on agit sur une self et sur deux capacités C_1 et C_2 placées en dérivation sur le circuit d'alimentation.

Algeri Marino.

A propos de l'Accumulateur alcalin fer-nickel.

A la suite de ma communication au congrès de Turin (1), M. Sharp, ingénieur américain, a formulé certaines critiques et a traité d'inexactes les constantes de l'élément Edison qui figuraient dans ma note.

Je lui ai répondu que les valeurs indiquées avaient été prises dans la revue anglaise, *The Electrician* et extraites d'un article (2) publié par M. W.-E. Holland, ingénieur en chef de l'*Edison Storage Battery Company*, à Orange (Etats-Unis).

Comme l'heure de la clôture du congrès était arrivée, j'ai indiqué, comme moyen de terminer la discussion, la solution la plus rationnelle, c'est-à-dire d'envoyer à un laboratoire officiel un élément Edison et un élément Gouin qui seraient soumis à des essais comparatifs et que j'étais prêt à admettre les conclusions formulées par cette expertise.

La séance a été ensuite levée.

A la date du 1er décembre 1911, M. Sharp m'a adressé de New-York la lettre suivante :

Electrical Testing Laboratories

General office and Laboratories

80th St and East End Ave.,

New-York. N. Y.

Dec. 1, 1911.

M. J.-A. Montpellier, 47, quai des Grands-Augustins, Paris, France.

Cher Monsieur,

Vous devez vous rappeler que vous m'avez demandé à Turin de vous envoyer les quelques critiques que j'avais à formuler sur votre rapport relatif aux accumulateurs fer-nickel.

En conséquence, je vous envoie une copie de la discussion que j'adresse à M. Semenza.

Je regrette vivement que vous n'ayez pas eu en mains pour vos expériences le dernier modèle de l'élément Edison.

Vous avez évidemment confondu les essais effectués sur l'ancien modèle qui a été complètement abandonné, en raison des défauts que vous signalez. L'ancien modèle ne se construit plus, et je suis certain que si vous aviez effectué vos essais sur le type actuel, vous seriez arrivé à d'autres conclusions. En même temps, je trouve nécessaire, dans l'intérêt de la vérité, de vous signaler dans mes critiques les points de votre rapport qui ne sont point fondés.

Avec mon grand respect, je suis

Votre très dévoué,

Clayton H. Sharp.

C. H. S. P.
Enclosure.

Cette lettre était accompagnée d'une note que cet ingénieur a adressée à M. Semenza, président du congrès, et d'un rapport de M. W.-E. Holland réfutant mes allégations.

Sans nous arrêter aux termes un peu vifs de cette note et de ce rapport, nous croyons utile de faire les électriciens juges de cette discussion et nous publions le texte de ces documents et celui de la réponse que nous croyons devoir faire à ces imputations.

J.-A. M.

*
* *

Voici le texte de la note adressée par M. Sharp au président du congrès de Turin :

M. Montpellier, après avoir fait l'historique de l'accumulateur alcalin fer-nickel donne une description des

(1) Voir le texte de cette communication dans l'*Electricien*, n° 1099, 20 janvier 1911, page 35.

(2) Voir *Electrician*, volume 66, pages 47 et 83, l'article intitulé : *The 1910 Edison storage battery.*

éléments Edison et Gouin et, subséquemment, établit une comparaison entre ces deux modèles d'accumulateurs.

Cette étude présente le grave défaut de reposer sur des données qui semblent indiquer, chez l'auteur, une connaissance plutôt théorique que pratique de l'accumulateur Edison.

Entre autres choses, il prétend que l'on emploie du graphite en paillettes dans les tubes de la plaque positive. Or, quiconque est au courant des progrès apportés durant ces dernières années, au prix d'un travail acharné, à la construction de ces accumulateurs, sait que ce ne sont pas des paillettes de graphite, mais des paillettes très minces de nickel qui entrent dans la composition de ces plaques, et que ces paillettes et les sels de nickel ne sont pas mélangés ensemble, mais sont disposés en couches régulières dans les tubes.

On sait également que ces matières conductrices n'ont pas été choisies et disposées de telle façon dans le but d'éviter la chute de la matière active de l'électrode positive, comme le prétend M. Montpellier, mais afin d'éviter la chute de tension due à la haute résistance du sel de nickel.

En présence de telles constatations, on est en droit de se demander si les autres affirmations de l'auteur ne sont pas aussi mal fondées que celles qui précèdent.

Nous lisons, par exemple, à la page 7 de la brochure, que « l'emploi de l'acier nickelé n'assure pas un contact parfait à cause des couples secondaires ». Mais l'auteur a-t-il fait, à l'appui de sa thèse, des expériences sur ce point en particulier? Cela paraît peu vraisemblable, car l'on sait que l'accumulateur Edison peut retenir sa charge, à circuit ouvert, pendant une très longue période, ce qui ne serait pas le cas s'il se produisait des actions locales.

Nous lisons plus loin : « Lorsque l'accumulateur Edison est en fonctionnement, le mercure se sépare de l'oxyde de fer et tombe dans le fond du bac; ce fait, constaté dans tous les éléments Edison, a pour conséquence de produire rapidement une chute de puissance. » Cette affirmation ne s'accorde en rien avec nos propres observations. Des expériences faites dans la pratique avec l'accumulateur Edison nous ont prouvé que, durant plusieurs mois après la mise en service, la capacité de ces accumulateurs croît au lieu de diminuer.

Les courbes ci-dessus (1) font ressortir très clairement cette particularité et sont en contradiction directe avec les constatations de l'auteur. De telles inexactitudes de sa part jettent forcément une ombre de doute sur ses observations en général.

Dans le but de compléter nos propres observations par l'opinion éclairée d'une autorité en la matière, nous avons prié M. Holland, ingénieur en chef de l'Edison Storage Battery C°, de faire la critique du rapport de M. Montpellier. De la réponse ci-incluse de M. Holland, il découle que la plupart des « graves défauts » imputés par M. Montpellier à l'accumulateur Edison n'existent en aucune sorte. Ajoutons que le défaut principal de l'accumulateur Edison (défaut qu'il partage d'ailleurs en commun avec tous les autres accumulateurs fer-nickel), n'est précisément pas mentionné par l'auteur. Nous voulons parler de la grande perte de capacité subie par l'accumulateur quand la température de l'électrolyte devient trop basse.

(1) Ces courbes n'étaient pas contenues dans l'envoi que M. Sharp m'a adressé.

Au résumé, le rapport en question nous semble vouloir préconiser une certaine marque, peu connue jusqu'ici, de l'accumulateur fer-nickel, aux dépens de l'accumulateur Edison, produit commercial très en vue, ayant fait ses preuves, et dont l'adoption a marqué une nouvelle ère dans l'histoire des batteries électriques.

Voici maintenant le texte de la lettre que j'adresse à M. Sharp en réponse à la sienne :

Monsieur Clayton H. Sharp, 80th, Street and East End Aven, New-York.

Cher Monsieur,

J'ai bien reçu votre lettre du 1er décembre, ainsi que les documents qui y étaient joints.

Vous trouverez sous ce pli la réponse à vos critiques qui vous montreront que le reproche que vous m'adressez de posséder des connaissances plutôt théoriques que pratiques sur l'accumulateur fer-nickel sont loin d'être fondées.

Vous opposez à mon rapport celui de M. Holland qui appartient à l'Edison Storage Battery Compagny et qui, par conséquent, n'était pas autorisé à combattre mes conclusions, puisqu'il se trouve être en même temps juge et partie. J'aurais admis, ce que je vous ai proposé dans la séance du Congrès, que la Compagnie Edison envoie un élément de son nouveau modèle d'accumulateur dans un laboratoire officiel, par exemple au laboratoire de la Société internationale des électriciens, au National Physical Laboratory anglais ou au Reichanstaldt de Charlottenbourg. Ces laboratoires impartiaux, présentant toutes garanties, auraient pu faire des essais comparatifs sur les deux accumulateurs Edison et Gouin et toute discussion aurait été inutile après cette expertise.

En terminant, je vous prierai de prendre note que je ne suis nullement intéressé dans aucune affaire industrielle, que je reste toujours dans mon rôle de technicien et que tout ce que je publie est rédigé sans aucun parti-pris et avec la plus grande impartialité.

En France, la presse technique qui se respecte doit rester impartiale et n'accepte jamais des articles servant de réclame. C'est du reste la règle de conduite que j'ai toujours suivie depuis plus de trente ans.

J.-A. Montpellier.

Comme il faut toujours mettre toute chose au point, j'adresse au président du Congrès de Turin, une réponse aux critiques formulées par M. Sharp et par M. W. E. Holland qui a rédigé le rapport dont le texte suit :

Cher monsieur Sharp,

En réponse à votre lettre du 15 novembre concernant la discussion de l'article de Montpellier sur l'accumulateur alcalin, je vais reprendre cet article page par page et vous en signaler les nombreuses inexactitudes et erreurs de faits.

En premier lieu, Montpellier semble ne connaître que l'ancien type de la batterie Edison, dans lequel les positives et les négatives étaient plates; mais ce modèle a été abandonné il y a plus de cinq ans. Même dans la description de cet ancien type — l'élément D — il commet des erreurs.

Par exemple, page 2, il rapporte que le peroxyde de nickel est mélangé de graphite en paillettes dans la proportion de six parties d'oxyde pour quatre de graphite. En réalité, la proportion employée dans ce type était de huit d'oxyde pour deux de graphite.

Au bas de cette même page, il dit que le fer — matière active de la négative — est également mélangé avec des paillettes de graphite qui lui donnent de la conductibilité; cela n'est pas vrai, car nous employons, depuis plus de huit ans, le mercure, pour augmenter la conductibilité des négatives.

Page 3, il dit que des séparateurs de verre ou d'ébonite sont placés entre les plaques, ce qui est inexact pour le modèle dont il parle, car la verre a seulement été essayé expérimentalement dans les tout premiers éléments fabriqués en 1901.

Après avoir donné une description copieuse de cet élément abandonné, Montpellier constate qu'il a été remplacé par le modèle 1910, mais ne donne presque pas de description ou de détails sur ce modèle qui, vous le savez, est totalement différent de l'ancien et constitue, à ce jour, la véritable batterie Edison, telle qu'elle est fabriquée et vendue sur une grande échelle, dans ce pays.

Il dit aussi, page 3, que dans le nouveau type, les pochettes positives ont été remplacées par des tubes *afin d'empêcher la chute des matières actives*. Ce n'est, en aucune façon, la raison pour laquelle la construction tubulaire des positives a été adoptée, car, dans l'ancien type, nous n'avons jamais eu d'ennuis provenant de la chute des matières actives. Le seul inconvénient provenait de la dilatation des pochettes plates qui pouvait détériorer le contenu des pochettes et peut-être même produire des courts-circuits dans l'élément. La construction tubulaire a été adoptée pour résister à la pression de la dilatation intérieure et pour aucune autre raison.

Un autre ennui constaté dans l'ancien modèle était la désagrégation du graphite des matières actives due à l'oxydation par électrolyse. Cet inconvénient a été vaincu, dans le type « A », en employant, au lieu de graphite, de fines paillettes de nickel pur pour donner de la conductance aux matières actives positives.

D'après notre expérience, je puis dire que l'élément Gouin ne *pourra pas avoir une longue durée* aussi longtemps qu'on y emploiera le graphite dans les électrodes positives.

Montpellier dit, plus loin, que, dans le nouvel élément Edison, les matières actives de fer sont rendues conductrices par leur mélange avec du cuivre et du mercure. Ce n'est pas le cas, car on y met seulement du mercure, et pas de cuivre.

Les caractéristiques de l'élément Edison A 8 données en bas de la page 3 doivent être modifiées comme suit :

Poids de l'élément complet. . . .	11 kg. 400.
Capacité utile totale.	333 ampères-heure.
Capacité utile par kilogramme. .	29,2 —
Puissance utile totale.	400 watts-heure.
Puissance utile par kg de poids total.	35 —

Page 5, on dit que le rendement d'une batterie Gouin pour la traction est de 68 à 70 0/0 en quantité et de 50 à 55 0/0 en énergie; d'après cela, j'imagine que le rendement en voltage, c'est-à-dire le rapport du voltage moyen à la décharge et du voltage moyen à la charge est de 76 0/0. Cela est possible. Mais les chiffres donnés par les batteries stationnaires sont impossibles, savoir : 76 à 78 0/0 en quantité et 68 à 70 0/0 en énergie. Pour obtenir avec le rendement en quantité indiqué, un rendement en énergie aussi élevé, il faut que le rendement en voltage soit d'environ 90 0/0; or, c'est un fait bien connu que le rendement en voltage d'un élément alcalin peut difficilement dépasser 76 0/0, quel que soit le genre de construction.

En ce qui concerne le prix de l'élément Edison, prenons le plus petit et le plus grand modèle de traction; les données suivantes sont basées sur la capacité moyenne actuelle en watts-heure, dans des conditions normales :

	A 4	A 12
Capacité utile.	200	600
Prix courant en dollars.	13,50	39
Prix par watt-heure en cents. . .	6 3/4	6 1/2

Page 6. — On dit qu'il est suffisant de laver les éléments Gouin de traction tous les trois mois, et les éléments stationnaires tous les six mois. Je ne vois pas du tout pourquoi il est nécessaire de laver les éléments, s'il n'y a pas de chute de matières actives comme on le prétend. Aucun lavage n'est nécessaire pour les éléments Edison. Sur ce point, Montpellier a des idées erronées qui ne sont certainement pas basées sur l'expérience, comme, lorsqu'il dit plus loin, page 6, que le premier et principal inconvénient des éléments Edison est la chute des matières actives des électrodes positives. Il dit que dans l'ancien type d'élément, le graphite a été mélangé aux matières actives dans le but d'empêcher la chute des matières actives et que, malgré ces précautions, l'oxyde de nickel tombait à travers les perforations des pochettes. Le graphite *n'était pas* employé dans ce but dans l'ancien type, puisqu'aucune chute de matière active n'a été constatée par l'expérience; le graphite était employé uniquement pour donner de la conductibilité.

Au bas de cette même page, Montpellier écrit que, dans l'ancien élément, on a constaté une désagrégation du graphite produite par l'électrolyse en solution alcaline. Ce point est parfaitement exact et, puisque le graphite est employé dans les plaques positives de l'élément Gouin, le même inconvénient doit certainement être observé. Il est dit ensuite qu'avec la construction tubulaire, la perte de matière active n'est pas évitée et qu'elle passe à travers les joints et perforations. Cela n'est certainement qu'une opinion qu'aucune expérience ne confirme; il en est de même du premier paragraphe de la page 7, disant que l'emploi de l'acier nickelé est mauvais parce qu'il donne naissance à des réactions ou couples secondaires entre les deux différents métaux. Nous avons fabriqué, il y a bien longtemps, des plaques en nickel pur et avons constaté qu'elles n'offraient aucun avantage sur celles faites en acier nickelé.

Les remarques de la page 7, en ce qui concerne les inconvénients de l'élément Edison provenant de la dilatation des matières actives positives, semblent concerner les pochettes plates du type ancien et se rapporter aussi à l'idée erronée que la matière active tombe des tubes.

Edison n'a jamais recommandé de charger en sens inverse l'élément du type « A », mais la méthode a été reconnue bonne pour régénérer l'ancien type et a été recommandée dans certains cas.

Page 8, on dit que, dans la négative d'Edison, le mer-

cure arrive à se séparer de l'oxyde de fer et à tomber au fond du bac, ce qui augmente la résistance de la matière active. Il est vrai que, parfois, de petites quantités de mercure tombent des négatives; mais ce n'est que l'excès du mercure qui est amalgamé (!) avec le fer et les essais ont montré que la résistance et le rendement des matières actives négatives s'accroissent avec le temps et l'usage au lieu de diminuer.

Les chiffres de Montpellier sur la capacité de l'élément Edison, page 9, sont absolument incorrects. La Compagnie Edison garantit absolument que tous les éléments de traction conservent la capacité indiquée pendant quatre ans et que, dans ces conditions, les chiffres obtenus aux décharges seront les suivants :

Type A-6.

Poids de l'élément. 8,85 kg.
Volume. . . . . 4,18 dcm³.

Puissance totale	calculée.	270	watts-heure.
	normale.	320	—
	maximum possible. .	394	—
Puissance par kg d'élément	calculée.	30,5	—
	normale.	36,2	—
	maximum possible. .	44,5	—
Puissance par dcm³	calculée.	64,6	—
	normale.	76,5	—
	maximum possible. .	94,0	—

Les valeurs ci-dessus par rapport au poids et au volume ont été relevées dans les laboratoires de l'*Electrical Testing* de la Compagnie *Edison Storage Battery*.

Signé : Walter E. Holland,
Ingénieur en chef
de l'*Edison Storage Battery Compagny*.

Signé et approuvé :
Thomas A. Edison.

*
* *

Voici maintenant ma réponse aux critiques formulées par MM. Holland et Sharp :

En ce qui concerne l'emploi du graphite et du métal en paillettes dans les tubes de la plaque positive, nous ferons remarquer que :

Lorsque le graphite est à l'état de *plombagine très pure et en poudre très fine*, il ne se désagrège pas dans un électrolyte alcalin et sa valeur, au point de vue de la conductance, est bien supérieure à celle des paillettes de nickel.

Nous rappellerons, à ce sujet, que l'emploi des paillettes de nickel n'est pas nouveau, puisqu'il a été breveté en Allemagne le 12 novembre 1904 par la *Kœlner Accumulatoren-Werke* de Gottfried Hagen et que cette même Société avait pris, en 1903, un brevet pour l'emploi de paillettes de graphite nickelées (Pat. 158 800); enfin, qu'elle a également signalé l'emploi du graphite en poudre (Pat. allemande 161 802).

M. Edison avait lui-même constaté que les paillettes de nickel étaient attaquées et se recouvraient d'une pellicule très mince d'oxyde non conducteur et avait signalé l'emploi de paillettes d'un alliage de cobalt et de nickel.

Vu le nombre considérable de brevets pris par M. Edison, il est bien difficile de connaître exactement la composition du mélange qu'il utilise actuellement dans ses nouveaux modèles.

Il importe de bien spécifier qu'il ne faut pas confondre le mot *désagrégation* avec le mot *attaque*. Le graphite se désagrège, mais ne s'attaque pas. Il suffit donc de l'employer dans un état de grande division pour former le mélange de matière active et l'on évite ainsi la désagrégation, tout en assurant un bien meilleur contact avec les particules d'oxyde de nickel.

Nous tenons aussi à faire remarquer que rien n'empêchait de mélanger les oxydes de nickel avec des paillettes de nickel, si M. Gouin avait jugé utile de le faire, car ce procédé n'est pas brevetable et est dans le domaine public depuis longtemps.

En ce qui concerne la chute des matières actives, il y a lieu de constater que tous les efforts des chercheurs se sont portés sur ce défaut important, afin d'y obvier; il suffit, pour s'en rendre compte, de consulter les nombreux brevets (Wehrlin, Jüngner, etc.), relatifs aux accumulateurs alcalins.

M. Edison lui-même, dans ses brevets, recommande de mélanger à l'oxyde de nickel des paillettes de graphite ou de nickel, de façon que ces paillettes s'appliquent exactement contre les perforations, afin de s'opposer à la chute des matières actives. Si ces dernières n'avaient pas tendance à tomber, nous ne voyons pas pourquoi on se préoccuperait de s'opposer à leur chute.

La conservation de la charge n'a absolument rien de commun avec l'emploi de l'acier nickelé. Là n'est pas la question; nous pensons et nous prétendons, comme tous les chimistes-électriciens compétents, que le contact obtenu avec un métal, recouvert par voie galvanique d'un autre métal, est moins bon que celui que l'on obtient avec un métal pur. Il faudrait nier les lois de l'électrolyse pour ne pas reconnaître ce fait qui a pour conséquence d'augmenter encore la résistance, déjà assez grande, des éléments alcalins. Ce phénomène, nous le répétons, ne peut avoir aucune influence sur la conservation de la charge.

Du reste, M. Gouin a abandonné l'emploi de l'acier nickelé à la suite d'essais très précis et absolument concluants que nous ferons connaître ultérieurement.

Au sujet de l'emploi du mercure dans les électrodes négatives, nous serions heureux d'apprendre par quel procédé M. Edison peut obtenir l'amalgamation du fer sans l'intervention d'un dépôt préalable d'un autre métal.

Lors de la décharge, nous ne saisissons pas pourquoi le mercure resterait à sa place, car on a toujours constaté qu'il descendait vers le bas

de l'électrode et s'écoulait goutte à goutte dans le bac.

Il en est exactement de même pour les électrodes négatives Gouin qui n'a pas cru devoir recourir à l'amalgamation. Rien n'empêche toutefois d'amalgamer l'oxyde de fer en le recouvrant préalablement d'un métal susceptible de s'amalgamer (cuivre ou argent).

Quant aux courbes obtenues par l'ingénieur en chef de l'*Edison Storage Battery Co*, nous ne pouvons que regretter qu'elles n'aient pas été jointes à son rapport. Nous pourrions leur opposer des courbes certainement équivalentes et peut-être meilleures.

M. Sharp dit que je n'ai pas mentionné le grave défaut inhérent à tous les accumulateurs alcalins, c'est-à-dire la chute de capacité due à la baisse de la température; nous ferons remarquer que cette diminution de capacité ne dépend pas de cette seule cause et qu'il y en a deux :

1° L'augmentation de résistance de l'électrolyte alcalin, conséquence de la baisse de température;

2° La contraction que subissent les matières actives, notamment dans les électrodes négatives.

La première de ces causes ne peut être évitée. Quant à la seconde, c'est-à-dire la contraction des matières actives, elle peut être fortement atténuée, car elle dépend absolument de la disposition et des constantes physiques des électrodes. A cet égard, la formation autogène des électrodes négatives de l'élément Gouin permet de diminuer cette contraction et, par suite, la baisse de capacité de l'élément. Le même défaut se retrouve dans les accumulateurs au plomb qui subissent également une chute de capacité due à la contraction des électrodes négatives.

Dans le rapport de M. Holland nous lisons que cet éminent ingénieur conteste l'exactitude du rendement que nous avons indiqué pour les batteries Gouin à poste fixe. Nous nous permettrons de lui faire remarquer que le rendement est fonction :

1° Du coefficient d'utilisation des matières actives, coefficient qui a été considérablement amélioré par M. Gouin;

2° De la durée plus ou moins longue de la décharge;

3° Du régime de charge et du régime de décharge.

M. Holland prétend que l'élément Gouin ne pourra pas avoir une longue durée, par suite de l'emploi du graphite dans les électrodes positives. A cela nous répondrons que, lors des essais effectués par M. Janet, au Laboratoire central d'électricité de Paris, sur un élément Edison qui comportait, à cette époque, du graphite mélangé à la matière active positive, on a constaté que cet élément avait supporté plusieurs centaines de décharges et des inversions du courant de charge, sans que ce traitement ait paru avoir une action quelconque sur la durée des électrodes.

Nous constatons aussi que le compte-rendu de ces essais ne parle nullement de la capacité en watts-heure et ne mentionne que le rendement en ampères-heure. Nous croyons que la chute certaine de capacité en watts-heure a une toute autre cause que l'emploi du graphite et qu'elle est due uniquement aux variations de volume des masses actives qui ont pour résultat de déformer des pochettes et de diminuer progressivement les points de contacts de celles-ci avec la matière active.

Nous publierons ultérieurement les résultats de nos recherches sur ce sujet et, peut-être, en présence des résultats précis d'expérience que nous soumettrons à M. Holland, l'ingénieur en chef de la Cie Edison sera obligé de reconnaître que nous avions raison.

Au sujet du lavage des éléments Gouin, il y a lieu de faire remarquer que cette prescription était donnée, non pour enlever les matières actives qui se seraient trouvées dans les bacs, puisque leur chute ne se produit pas, mais bien pour remplacer l'électrolyte carbonaté. Avec le type actuel, on n'a plus besoin d'avoir recours à cette manipulation, grâce à un dispositif nouveau qui empêche toute rentrée d'air dans l'élément, aussi bien en période de charge qu'en période de décharge.

Enfin, M. Holland rectifie les valeurs indiquées dans ma note, relatives à la capacité. A cela, nous répondrons que les valeurs données ont été prises dans un article signé de M. Holland et publié dans l'*Electrician* de Londres (vol. 66, p. 47 et 83), où l'auteur décrit longuement les nouveaux types d'accumulateurs Edison.

Pourquoi les accumulateurs Edison donnant d'aussi bons résultats aux États-Unis, les résultats d'essais faits en France sont-ils si différents?

Sans vouloir attaquer la haute valeur scientifique de M. Edison, nous nous permettrons de lui dire qu'il y a toujours moyen de réaliser un progrès. La preuve en est donnée par la lampe à incandescence à filaments métalliques, si on se souvient que M. Edison, lors de la mise au point de sa lampe à filament de carbone, a déclaré qu'il avait expérimenté tous les métaux et qu'à la suite de ces essais infructueux, il avait reconnu que seul le carbone pouvait être utilisé pour cette application.

Quant aux valeurs données par M. Holland à la fin de son rapport et relatives à la puissance de l'élément, type A-6, du poids de 8,85 kg, nous donnerons, à titre de renseignement, la courbe de décharge (fig. 30) d'un élément Gouin du poids de 6090 kg. Cet élément a une capacité utile de 136,5 ampères-heure et une puissance totale de 170,6 watts-heure, soit 28 watts-heure par kilogramme. Nous ferons remarquer, à ce

propos, que les derniers catalogues de la Compagnie Edison garantissent pour un élément analogue 24 watts-heure par kilogramme.

Nous terminerons en disant que le brevet Gouin est un brevet relatif à un dispositif physique d'électrode qui a pour but, nous le répétons :

1° D'empêcher totalement les chutes des matières actives, chutes constatées par tous les électriciens dans les éléments Edison;

2° D'empêcher toute dilatation ou déformation des électrodes, inconvénient reconnu par M. Holland dans son rapport.

En résumé, le brevet Gouin a été accordé en Allemagne et aux États-Unis, ce qui est une garantie contre toute revendication.

Nous avons répondu à toutes les objections présentées par la Société américaine des accumulateurs Edison et nous ne continuerons pas une polémique inutile.

Nous estimons que le seul moyen correct d'éviter toute discussion ultérieure est de soumettre aux essais les deux accumulateurs Edison et Gouin dans un laboratoire absolument indépendant.

J.-A. Montpellier.

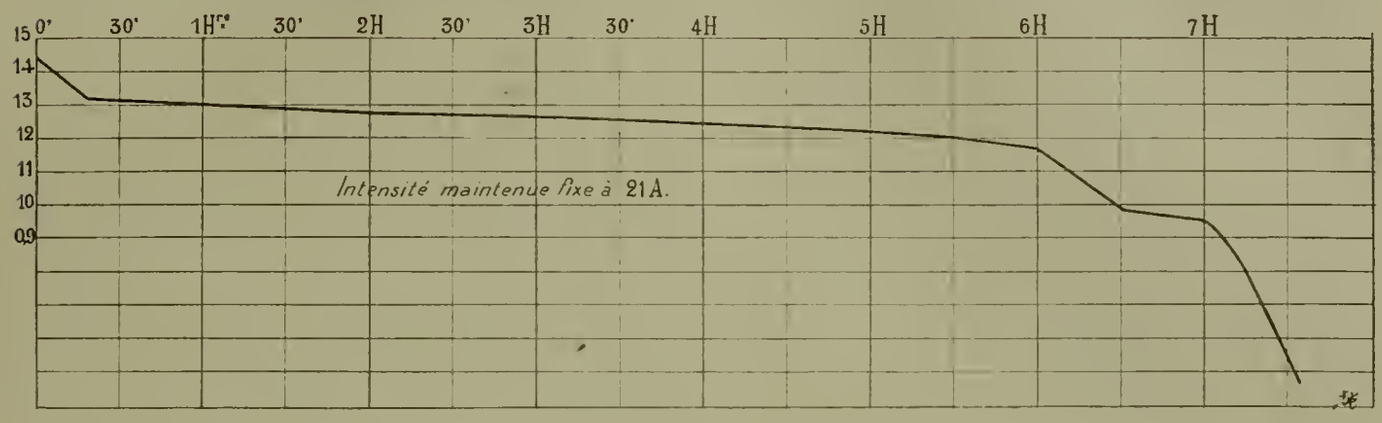


Fig. 30.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

APPLICATIONS DIVERSES

La maison électrique de la Compagnie Edison de Boston.

L'*Edison Electric Illuminating Company*, de Boston, a fait ériger, au *Newton Center*, à Boston, une maison électrique transportable destinée à faire ressortir les avantages de l'électricité pour les usages domestiques et à montrer les applications qu'elle peut recevoir dans l'habitation privée.

La maison dont il s'agit comprend cinq pièces : une cuisine, un hall, une salle à manger et deux chambres à coucher, ainsi que quelques locaux accessoires, comme la buanderie et un garage avec un automobile électrique; l'on peut y admirer toutes les applications de l'électricité, qui contribuent puissamment à donner aux installations le confort le plus moderne. — H. M.

RADIOTÉLÉGRAPHIE

Mât portatif.

Parmi les types de support ayant trait à cet accessoire de la télégraphie sans fil, *Modern Electrics* signale le système ci-après qui, pour une hauteur de 25 m, ne pèse, tout compris, que 80 kg, et peut être transporté même sur l'épaule d'un homme; il serait par conséquent aisément utilisable pour les postes mobiles de télégraphie militaire, car, de plus, quelques minutes seulement suffisent à son érection; il s'est construit, d'ailleurs, des mâts de 45 m et plus de ce système.

Ce mât est composé d'une série de tubes s'emmanchant les uns dans les autres à la manière d'un télescope; chaque extrémité (fig. 30) est munie de collets spéciaux pour le guidage, pour le serrage réciproque et pour le maintien par des haubans; dans l'axe général passe une lame *l* ayant des perforations; et, bien entendu, la largeur de cette bande correspond successivement aux diamètres intérieurs des tubes.

Enfin, un treuil léger, installé à la base de l'ensemble, possède une roue dont les dents s'engagent dans les perforations susdites de la lame flexible.

En manœuvrant le treuil dans le sens convenable, la bande *l* se déploie de bas en haut et élève l'une après l'autre les parties du dispositif télescopique que l'on tient en position verticale

par les haubans, au fur et à mesure de la montée.

Le collet supérieur d'un tube *a* est, en outre, disposé pour produire un serrage énergique sur le pied du tube *b* qu'il contient et qu'il guide; il est, à cet effet, fendu, mais fretté de façon à recevoir par côté un boulon *c* à vis de pas contraires; le boulon fait corps avec un levier *d*, dont la

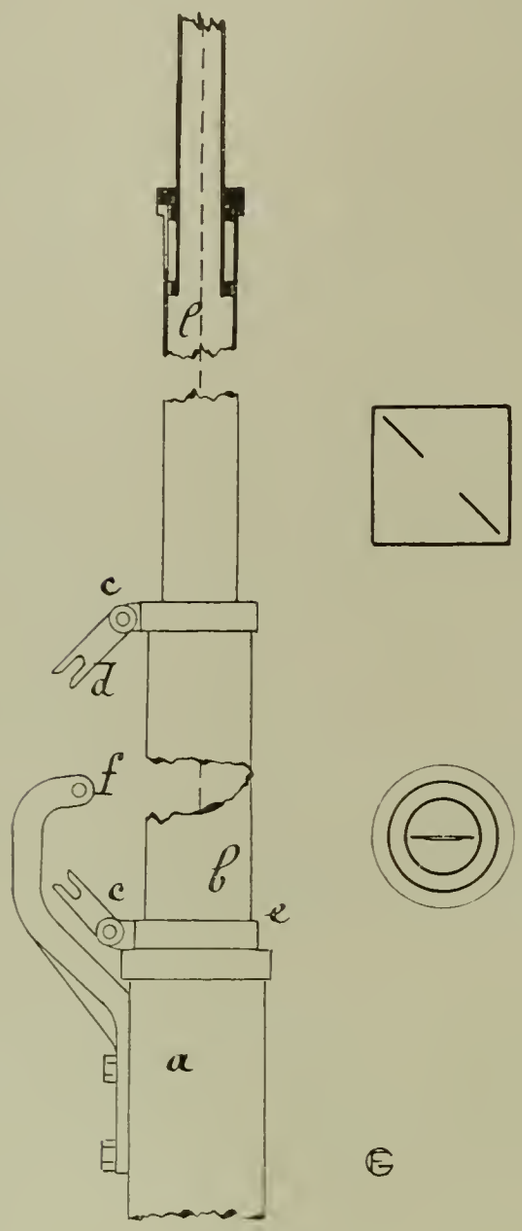


Fig 30.

rotation détermine le rapprochement pour coincer, ou l'écartement des lèvres de la frette *e*.

A la base, le plus gros tube porte un appendice latéral *f* contre lequel viennent buter les leviers *d* dans leur cheminement, tant au levage qu'à la descente; enfin, l'avant-dernier tube peut être goupillé à la main.

On voit, par cette description, que le fonctionnement est automatique et, en résumé, assez simple. — F. g.

DIVERS

Production mondiale du charbon.

D'après *Electrical Review* (de Chicago), l'extraction totale de la houille dans le monde a été, en 1910, approximativement, de 1300 millions de tonnes; la contribution des États-Unis entre dans cette quantité pour près de 39 0/0; ce pays a donc de beaucoup dépassé tous les autres et, selon le service de l'Inspection géologique, il excède, de 200 millions de tonnes environ, l'Angleterre qui ne vient qu'au second rang.

Depuis 1899, d'ailleurs, les États-Unis viennent en tête des contrées houillères; dans les onze dernières années, leur production a presque doublé : 253 à 502 millions, alors que l'augmentation de la Grande-Bretagne n'a été que de 20 0/0 : 246 à 296 millions de tonnes.

La table ci-dessous montre la production des principaux États en 1910, sauf pour ceux où on a dû se contenter des relevés de 1909 :

États-Unis	501,596,378
Angleterre	296,007,699
Allemagne	245,043,120
Autriche-Hongrie	54,573,788
France	42,516,232
Belgique	26,374,986
Russie	24,967,095
Japon (1909)	16,5 5,418
Canada	12,796,512
Chine (1909)	13,227,600
Inde (1909)	13,294,528
Nouvelle Galles du Sud (1909)	7,862,264
Espagne (1909)	4,546,713
Transvaal	4,446,477
Natal	2,572,012
Nouvelle Zélande (1909)	2,140,597
Mexique (1909)	1,432,990
Hollande (1909)	1,235,515
Italie	611,857
Suède	272,056
Cap (1909)	103,519
Tasmanie (1909)	93,845
Autres pays	5,236,903
Total	1,278,577,812

F. g.

ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE

RECHERCHES

Utilisation des rayons lumineux du soleil.

Nous avons autrefois signalé, dans cette revue, l'utilisation des rayons solaires pour produire directement des courants électriques; un nouveau procédé de captation de cette chaleur aussi gratuite qu'infinie a été expérimenté à Philadelphie en août dernier.

On a réussi pratiquement, pendant six semaines consécutives, à élever environ 13 m³ d'eau par minute à 10 m de hauteur; cela représente une puissance disponible de 30 ch pour commander des engins mécaniques ou électriques, dans cer-

taines régions chaudes où le prix du combustible est inabordable.

L'installation des appareils Shuman comporte principalement (en dehors d'une chaudière à basse pression, d'un moteur à vapeur, condenseur et accessoires) un absorbeur constitué par de grands cadres creux en fer ayant l'aspect d'une gaufre ; ils sont placés dans des châssis en bois bien fermés par de doubles glaces espacées de 25 mm et isolés, en dessous, par une couche de liège aggloméré retenu entre deux épaisseurs de carton imperméabilisé.

Des miroirs plans à bas prix réfléchissent, en outre, le plus grand nombre possible de rayons sur ces boîtes; l'eau est envoyée à l'intérieur par la pompe du condenseur; toute une tuyauterie de répartition est disposée dans ce but; puis, après chauffage, un collecteur de 200 mm dirige la vapeur formée vers la chaudière; c'est donc, en fait, toujours le même liquide qui sert de véhicule.

On sait que, selon les latitudes, entre le 40° degré N de l'Equateur, la température de l'eau contenue dans des vases clos peut atteindre pratiquement de 180 à 230° C, soit plus de 10 kg de pression selon les tableaux de réduction; les expériences de Philadelphie doivent, par conséquent, être considérées comme un minimum.

Elles portaient effectivement sur 572 cadres off ant une surface d'absorption de 500 m² environ; on a remarqué que le rendement était assez fâcheusement influencé par l'humidité de l'atmosphère (brumes opaques), ainsi que par la présence, dans l'air, des fumées ou autres impuretés, ce qui était à prévoir.

Le modèle essayé est destiné aux irrigations agricoles de l'Egypte. — F. g.

ÉLECTROCHIMIE

Production électrolytique de l'ozone.

La *Zeitschrift für Elektrochemie* signale, sous la signature de MM. E.-H. Archibald et H. von Wartenberg, une nouvelle méthode permettant d'obtenir électrolytiquement l'ozone. Dans cette méthode, des solutions diluées d'acide sulfurique sont électrolysées avec du courant continu auquel on superpose du courant alternatif. Grâce à l'effet dépolarisant du courant alternatif, le rendement en ozone est bien supérieur à celui obtenu au moyen du seul courant continu, et il peut devenir jusqu'à 300 fois plus élevé. On emploie des électrodes en platine. En maintenant le courant continu constant, et en augmentant graduellement le courant alternatif, la quantité d'ozone s'accroît de plus en plus. On a obtenu le maximum de rendement avec environ 6 ampères de courant alternatif pour toutes les valeurs de courant continu employées entre 0,25 et 1 ampère. Une augmentation dans la fréquence du courant alternatif a pour conséquence un accroissement du rendement d'ozone. La méthode ci-dessus est appliquée par la *Norddeutsche Affinerie* dans son procédé de séparation de l'or et de l'argent. Autrefois, quand elle utilisait simplement du courant continu pour réaliser l'électrolyse, cette entreprise gaspillait de grandes quantités du chlore employé, lequel s'échappait sous forme de gaz au lieu de se combiner avec l'argent. Cette perte est aujourd'hui évitée par la présence du courant alternatif. — G.

La fabrication industrielle de l'azote pur (1).

On sait que le problème tant cherché de la fixation de l'azote atmosphérique a reçu dans ces dernières années deux solutions intéressantes, dès à présent exploitées sur une très grande échelle : l'une réalise la fixation sous forme d'oxydes d'azote par l'électrisation directe des gaz de l'air : l'autre consiste dans l'absorption de l'azote par le carbure de calcium chauffé au rouge.

Les résultats acquis dans cette seconde voie surtout paraissent remarquables et ont ouvert très opportunément un débouché considérable à l'industrie congestionnée du carbure. Que la cyanamide soit employée telle quelle comme engrais, ou que, décomposée par la vapeur d'eau sous pression, elle serve de point de départ à la fabrication de l'ammoniaque, toujours est-il que les usines récentes dont la puissance de production annuelle n'est pas très éloignée de 100 000 tonnes, arrivent à fixer jusqu'à 400 kg d'azote par cheval et par an.

La fixation sous forme d'acide nitrique, elle, ne conduit guère qu'à 100 kg d'azote par cheval et par an, et il semble très désirable pour l'avenir de cette industrie qu'on se préoccupe à brève échéance des larges possibilités d'amélioration conférées par l'emploi de l'air suroxygéné.

Plus diligente que sa concurrente, l'industrie de la cyanamide a déjà fait un large appel à celle de la liquéfaction de l'air. Pour l'obtention des torrents d'azote qui lui étaient nécessaires, les procédés chimiques ne se sont, en effet, montrés à la hauteur de la tâche ni au point de vue de la puissance de production ni à celui du bon marché; au surplus des procédés qui, comme ceux basés sur la liquéfaction de l'air, ne requièrent que de l'énergie, paraissent s'imposer dans une industrie dont la caractéristique est justement l'emploi de forces motrices énormes.

(1) Note de M. Georges Claude, présentée à l'Académie des Sciences par M. d'Arsonval, séance du 23 octobre 1911.

Il est vrai que le problème posé par l'industrie de la cyanamide aux techniciens de l'air liquide était particulièrement difficile. C'est une pureté de 99,6 0 0 qui lui est nécessaire, ou plus exactement l'azote livré ne doit pas tenir plus de 0,4 0 0 d'oxygène, faute de quoi, entre autres inconvénients, les électrodes en charbon des fours à cyanamide sont brûlées rapidement. Aujourd'hui même, l'industrie de la cyanamide est plus exigeante encore et c'est du 99,75 0/0 que doivent fournir les appareils.

De ce problème, que j'ai été tenté d'abord de juger insoluble, la première solution a été fournie par un procédé imaginé simultanément dès 1903, par l'éminent professeur Linde et son collaborateur R. Lévy. Ce procédé, mis au point par le professeur Linde, a donné des résultats remarquables qui ont justifié son emploi immédiat dans un grand nombre d'installations.

Dans ce procédé, l'air traité et liquéfié en une seule masse à 21 0/0 d'oxygène et sa liquéfaction provoque la vaporisation d'oxygène liquide. De l'oxygène vaporisé, le 1/5 environ est extrait de l'appareil tandis que les 4 5 restant montent dans la colonne de rectification qui surmonte l'appareil, en sens inverse et au contact du liquide à 21 0 0 déversé vers le haut. L'oxygène est retenu par le liquide laveur, mais seulement jusqu'à concurrence d'une teneur finale de 7 0 0 d'oxygène correspondante aux 21 0 0 du liquide laveur. L'azote qui s'échappe tient donc nécessairement encore 7 0 0 d'oxygène et il ne semble pas que la méthode puisse arriver à mieux.

Mais, par un artifice extrêmement ingénieux, une partie, le 1 3 environ de cet azote impur, est, après réchauffement dans des échangeurs, comprimé vers 4 à 5 atmosphères, desséché puis refroidi à travers un échangeur et liquéfié de nouveau dans le vaporisateur liquide. On obtient ainsi un liquide très riche en azote qui, conformément à mon procédé ordinaire, est déversé au sommet de la colonne de rectification et soumet le gaz à 7 0 0 de la première rectification à une rectification complémentaire qui en abaisse beaucoup la teneur en oxygène. On n'est pas encore arrivé au but cependant, car le liquide laveur à 7 0 0 ne peut rectifier théoriquement que jusqu'à 1 0 0 au plus. Mais les choses se modifient bientôt d'elles-mêmes, car le gaz rectifié à 1 ou 2 0 0, repris à son tour par le compresseur, fournit par sa liquéfaction un liquide beaucoup plus pauvre en oxygène et ainsi de suite, en sorte qu'automatiquement la teneur en azote tend vers la pureté absolue et qu'il n'est pas rare de voir les appareils Linde donner de l'azote absolument pur.

Dans mon cas, le problème paraissait bien plus simple. On sait en effet que dans mon procédé l'azote liquide nécessaire à la rectification finale est obtenu avec une extrême simplicité par la condensation progressive et méthodique de l'air traité grâce au dispositif du *retour en arrière*. En principe, ce procédé réalise la séparation intégrale de l'air en oxygène pur et en azote pur. En pratique, le liquide laveur de nos appareils de courants renferme encore 4 à 5 0 0 d'oxygène et il est en trop petite proportion pour obtenir l'effet voulu, parce que l'azote résiduel ne se condense que difficilement dans l'oxygène liquide; de sorte que je n'arrivais couramment qu'à de l'azote à 2 ou 3 0 0.

Après de nombreux essais, je suis arrivé à faire en sorte que la teneur de l'azote résiduel au sommet des tubes du faisceau de retour en arrière pour une liquéfaction de moins de moitié, n'est pas moindre de 99,6 0 0, tant est parfaite l'exactitude des phénomènes de condensation progressive et de rectification qui s'y passent. D'autre part, j'ai facilité la liquéfaction de cet azote résiduel en la produisant non plus dans le bain d'oxygène, mais dans des liquides un peu plus froids, ceux qui circulent dans le bas de la colonne de rectification.

J'ai aussi obtenu avec toute l'abondance nécessaire un liquide laveur ne tenant que 0,4 0 0 d'oxygène, capable de rectifier les gaz jusqu'à 99,9 0 0. Les résultats obtenus par ce procédé si simple ont été parfaits, l'oxygène se dégageant d'un côté à une teneur de plus de 80 0 0 et l'azote ne renfermant pas plus de 0,2 0/0 d'oxygène.

Deux appareils, les premiers de ce type, fonctionnent actuellement aux usines de la « Societa Italiana per il carburo di calcio », à Terni, où ils fournissent chacun, avec une puissance de 125 ch, 400 m^3 d'azote à 99,7 0/0 par heure.

Deux autres appareils de 500 m^3 à 99,8 0 0 par heure, les plus puissants qui existent à l'heure actuelle, sont en montage à l'usine d'Albi de la « Alby Carbidfabriks Aktiebolag », en Suède.

Enfin, deux appareils de 400 m^3 à l'heure sont en construction pour être installés également en Suède aux usines de Ljunja de la « Stokolms Superfosfat Fabriks Aktiebolag ».

On voit par ces exemples avec quelle ampleur le problème de la fixation de l'azote a ouvert pour l'industrie des basses températures l'ère des grandes applications.

ÉLECTROMÉTALLURGIE

Progrès récents en électrosidérurgie.

Le rendement thermique du nouveau four électrique de Trollhattan est supérieur à celui des hauts fourneaux anglais et à peu près égal à celui des hauts fourneaux à charbon de bois de Suède. La puissance du four est de 1900 kw; les électrodes peuvent supporter 17 000 ampères. On a pu fabriquer directement de l'acier excellent.

La fabrication des électrodes a été sérieusement améliorée; on fabrique actuellement des

électrodes qui se vissent bout à bout et avec lesquelles on évite donc les pertes; de plus, ces électrodes permettent de prendre le contact contre la paroi du four, de sorte que l'on évite une dépense d'énergie de 40 kw qui se produisait auparavant sur les électrodes.

On travaille en faisant circuler les gaz d'une façon continue; ces gaz étaient antérieurement nettoyés au moyen d'un séparateur de poussières, mais on emploie actuellement un scrubber à eau plus efficace.

Huit fours sont actuellement en fonctionnement ou en construction :

Suède : Trollhattan, un de 3000 ch; Domnarfvet, 1 de 4000; Hagfors, 2 de 3000; Norvège : Tyssedahl, 2 de 3500; Arendal, 2 de 2500. Total : 25 000 ch.

Dans les derniers fours, on opère avec des courants triphasés et l'on peut aller jusqu'à 6000 ch; on obtient un peu plus de 3 tonnes de fonte par cheval-an et avec une tonne de charbon de bois; l'économie est de 2 tonnes de charbon de bois.

Les fours de Norvège diffèrent légèrement de ceux de Suède, parce que l'on y travaille avec du coke; plus conducteur, ce dernier demande une tension légèrement moindre.

(T.-D. Robertson, Communication à la Société américaine d'électrochimie, septembre 1911.)

H. M.

ÉLECTROTHERMIE

Un four électrique à résistance en tungstène.

L'*Electrician* signale un four électrique dans lequel la résistance consiste en un tube de tungstène, construit d'après les indications de M. H. von Wartenberg. Ce tube a une longueur de 8 cm, avec 1,6 cm de diamètre et une épaisseur de paroi de 3 mm; il peut absorber une puissance de 3000 watts dans le vide. Il s'adapte, à ses deux extrémités, dans les électrodes; ces dernières sont formées de deux tiges en cuivre qui sont pourvues de tuyaux de réfrigération. Ces tiges en cuivre et le tube de tungstène forment le diamètre horizontal d'un globe en verre, qui est maintenu humecté au moyen d'eau. Un tube en caoutchouc graissé donne la communication avec la pompe à air. La réfrigération des électrodes est si parfaite que l'on obtient un bon degré de vide. Un petit creuset en magnésie peut s'introduire dans une perforation que porte le tube de tungstène. On est parvenu à distiller dans ce four, en cinq minutes, 1,5 gr d'étain. — G.

Chauffage électrique.

On mande de Gothenburg (Suède) à l'*Elektrotechnische Anzeiger* que la station centrale municipale de cette ville va reprendre en 1911, sur une plus grande échelle, les essais de chauffage électrique des maisons d'habitation déjà effectués, dans une mesure modeste, au cours de l'année dernière. Cette station centrale reçoit son courant des chutes du Trollhättan; par suite, elle peut vendre le kilowatt au prix extrêmement bas de 4,18 cm — ce qui réduit sensiblement l'ensemble des frais du chauffage électrique. Si les nouvelles expériences donnent des résultats aussi satisfaisants que ceux de l'année dernière, la municipalité édifiera immédiatement une autre station centrale qui sera affectée, d'une manière exclusive, au chauffage. — G.

LAMPES

La lampe à incandescence.

De 1904 à 1907, la fabrication des lampes à filament de carbone a subi un recul par suite de la mise en usage de lampes de faible ou de grosse puissance lumineuse; les lampes de faible puissance et celles de plus de 100 watts sont inférieures aux lampes anciennes de 50 à 100 watts

En 1907, on a commencé à fabriquer des lampes à filament métallisé, dont la préparation n'a cessé de progresser depuis; des essais récents ont montré que l'on peut fabriquer des lampes de cette espèce pour des puissances de 30 watts et l'on peut prévoir que ces lampes reprendront une certaine faveur.

Les lampes à filament métallique, à l'osmium, au tantale et au tungstène ont successivement vu le jour; le plus grand progrès réalisé dans cette phase a été la réalisation du tungstène étiré; le tungstène étiré a une texture fibreuse et il est peu cassant, de sorte que la fabrication des lampes est facilitée par son emploi; mais la texture se modifie à la longue et devient cristalline et la lampe doit ensuite être manipulée avec précautions; néanmoins, elle est toujours plus robuste que la lampe à fil préparé à la presse.

(J.-E. Randall, Communication à la Société de l'éclairage, Chicago, septembre 1911.)

H. N.

TRACTION

La traction électrique sur les chemins de fer anglais.

Une intéressante étude sur des questions relatives à l'électrification des chemins de fer vient d'être présentée à une séance de l'Association des ingénieurs de Manchester le 10 novembre dernier par M. O'Brien, directeur des ateliers du chemin de fer Lancashire et Yorkshire. Il montre d'abord que les conditions requises pour un service satisfaisant de voyageurs approprié aux besoins des hommes d'affaires qui habitent la banlieue des

grandes villes industrielles sont absolument remplies par la traction électrique. Elle donne en effet une accélération rapide et une grande vitesse moyenne, ce qui augmente le rayon de résidence possible pour les habitants d'une ville. M. O'Brien fait remarquer à ce sujet que la vitesse moyenne économique, avec des stations distantes l'une de l'autre de 2 km, est environ de 48 km à l'heure; or, si l'on suppose que une heure représente le maximum qu'un homme d'affaires ou un employé peut accorder à son trajet journalier, le rayon économique et pratique d'un trafic suburbain devra donc être approximativement de 48 à 50 km autour d'une grande ville. Toutefois il ne serait peut-être pas utile d'établir plusieurs lignes suburbaines jusqu'à cette distance, car les stations intermédiaires ou terminales peuvent ne pas convenir à des centres suburbains ou bien les affaires peuvent ne pas nécessiter de fréquents rapports entre ces points et le centre de la ville. C'est pourquoi M. O'Brien examine les raisons techniques et pratiques pour obtenir l'économie de la traction électrique appliquée à un trafic suburbain et la possibilité de succès dans une ligne à trains express et aussi à trains de marchandises. La traction à vapeur a atteint sa limite et tout essai pour faire remplir par des trains à vapeur les fonctions accomplies par des trains électriques a donné des résultats défavorables en accroissant les dépenses en combustibles et l'entretien. Donc ce qui est possible avec la traction électrique est impossible à obtenir avec la traction à vapeur. Une voiture à moteur électrique peut parcourir 80 000 km sans réparation sérieuse et donner un service continu de 20 heures par jour, la seule attention à accorder étant le réglage du frein. Une locomotive à vapeur dans un service analogue doit s'approvisionner de charbon tous les 241 km et exiger un nettoyage complet et une visite sérieuse après 1930 km environ.

Par suite de sa rapide accélération et de sa moyenne vitesse sur de courts trajets, le service électrique pourra être plus fréquent et augmenter ainsi la capacité de la ligne. Cet accroissement de capacité présente le plus grand avantage aux stations terminus où il est presque de 100 0/0. Les courbes montrées par M. O'Brien prouvent comment l'avantage d'une accélération plus élevée diminue graduellement avec la longueur du parcours et dans les cas où la vitesse maximum du train à vapeur est plus grande que celle du train électrique, cet avantage disparaît, c'est-à-dire que la vitesse moyenne est la même quand la distance franchie est d'environ 8,04 km; les bénéfices recueillis d'une grande accélération sont nettement montrés par une série de courbes et de tableaux.

Comme toute l'énergie doit être répartie sur le train entier pendant l'accélération et que le total de l'énergie est proportionnel au poids du train, les voitures doivent être aussi légères que possible, bien résistantes et confortables. Pour le prouver, M. O'Brien montre des diagrammes comparatifs pour trois trains; deux d'entre eux fonctionnent actuellement sur les lignes Lancashire et Yorkshire, le troisième étant un exemple hypothétique pour un train beaucoup plus léger avec la même capacité. Après avoir démontré que pour un trafic suburbain, avec de courtes distances entre stations, la traction électrique donne des économies considérables, comparée à la traction à vapeur, M. O'Brien examine les avantages et désavantages des différents sytèmes de traction électrique appliqués aux lignes suburbaines. Il déclare que la nature d'un parcours a une profonde influence sur le choix de ce système. Ce n'est pas simplement une question de savoir si l'ensemble représente une grande ligne ou une ligne suburbaine, mais si la distance est parcourue par un train express, un train de voyageurs suburbains ou un train de marchandises. Si la ligne Brighton and South Coact est satisfaite des résultats obtenus avec le système monophasé, il n'est pas prudent d'en conclure que ce système puisse être appliqué avec succès sur le chemin de fer Lancashire et Yorkshire ou inapplicable au South Eastern.

Pour des grandes lignes, les services sont à peu près égaux et les mêmes, mais si le fonctionnement comprend des voisinages de grandes villes ou bien même pénètrent dans ces villes, le coût par kilomètre sera bien moindre avec le système à troisième rail et sera plus élevé avec le système aérien à cause des difficultés locales physiques. Dans le cas d'une construction robuste avec troisième ou quatrième rail, c'est-à-dire si l'on emploie des rails de 36,27 kg, le coût du matériel conducteur représentera environ 60 0/0 du coût de l'électrification de la voie, mais dans le cas d'une construction aérienne à haute tension, il ne sera que de 15 0/0. C'est pourquoi l'établissement du troisième rail présentera des économies en employant des conducteurs plus légers là où le trafic sera léger et où des pertes électriques élevées pourront être admises. M. O'Brien examine ensuite à quel point l'économie pourra être obtenue sur le service d'une grande ligne électrique avec des services de voyageurs et de marchandises.

Au moyen de diagrammes, il montre la consommation de charbon pour des trains à vapeur en service actuel, l'effort sur les barres d'attelage et la vitesse étant convertis en kilowatts et la consommation en charbon équivalent calculée pour une station électrique. En comparant le courant au charbon, il voit que le courant payé à raison de seulement 0,04 fr le kilowatt, l'électricité avec troisième rail et la vapeur donnent des résultats égaux pour des trains à voyageurs. La différence

est plus marquée avec des trains de marchandises et si l'on peut effectuer quelques petites économies sur les salaires des mécaniciens, des conducteurs, sur les réparations, etc., le coût total d'exploitation pour les services d'express est sensiblement le même.

Le principal avantage est de pouvoir remorquer des trains plus lourds de marchandises à une plus grande vitesse qu'avec les plus puissantes locomotives à vapeur actuelles; c'est ainsi que l'on constate des avantages considérables sur la ligne du Yorkshire et Lancashire malgré les difficultés de couplage des voitures. La locomotive électrique présente un effort de remorquage plus soutenu que les locomotives à vapeur. M. O'Brien fait remarquer la facilité et le silence avec lesquels les trains lourds franchissent le tunnel du Simplon lorsqu'ils sont remorqués par leurs locomotives électriques à courants triphasés. On connaît mal encore les prix et dépenses nécessités par ces locomotives monstres, mais il est probable qu'elles accuseront une notable économie comparées avec les locomotives à vapeur. M. O'Brien dit enfin qu'une distribution d'énergie à très bon marché, c'est-à-dire à 0,02 par unité, est la première condition d'une traction électrique établie avec succès sur une grande ligne. Ces prix ne sont pas impossibles, mais ils ne sont probables qu'avec des conditions spéciales et locales.

Nous arrivons maintenant aux conclusions posées par le conférencier relativement à l'estimation du prix d'électrification du réseau de chemin de fer auquel il est attaché. Il dit que les conditions, dans le voisinage des grandes villes, seraient les plus profitables en excluant l'adoption de la construction aérienne et des systèmes monophasés ou triphasés; il est donc probable que le système à troisième rail avec courant continu devra être préféré et sera de plus en plus adopté par les compagnies de chemins de fer, là où les centres suburbains tardent à se développer et où l'on peut concurrencer ainsi les autres moyens de transports plus lents. L'extension d'un réseau suburbain peut devenir suffisamment important pour rendre profitable l'établissement d'un service de marchandises alimenté par la même station génératrice que les trains de voyageurs. En outre, deux grandes villes voisines, telles que le sont Liverpool et Manchester, Newcastle et Datlington, Glasgow et Edimbourg, peuvent avoir chacune un réseau électrique de voyageurs et de marchandises et étendre ce réseau de l'une à l'autre ville. Une station d'énergie peut alimenter environ 25 à 30 milles (de 40 à 50 km) comme distance maximum, c'est-à-dire qu'il y aura une centaine de kilomètres entre les deux stations; mais le charbon, l'eau et le sol à bon marché sont les facteurs principaux de réussite. Des batteries d'accumulateurs pourront être installées avec une capacité telle, qu'elles pourront faire fonctionner la ligne pendant une heure à un service réduit, agissant ainsi à la fois comme égaliseurs de charge aussi bien que comme groupe de réserve. C'est ainsi, dit M. O'Brien, qu'apparaît l'avenir des chemins de fer électriques, c'est-à-dire à courant continu et à troisième rail, pour les lignes suburbaines et interurbaines avec des extensions possibles sur des grandes lignes avec le courant monophasé. Les gares et dépôts de marchandises pourraient être desservies au moyen de locomotives à accumulateurs. On pourrait ainsi éviter, par ce moyen, l'établissement plus coûteux et plus compliqué des constructions aériennes ou l'emploi d'un troisième rail et l'électrification des voies d'évitement dans ces gares et dépôts. M. O'Brien, afin de montrer plus clairement les difficultés de l'entreprise, examine les chiffres des dépenses pour l'électrification du chemin de fer Lancashire-Yorkshire.

La moyenne journalière des trains-mille est de 48 000, soit en distribuant régulièrement ce nombre dans toute la journée, 2000 trains-mille à 1 heure environ.

En prenant 10 kw par train-mille, ce qui est large pour les lourds services, la demande moyenne sera environ de 20 000 kw, et le maximum de 40 000 kw. Cette énergie devra être fournie par train-station desservant respectivement, l'Est, l'Ouest et les districts du centre, chacune comportant un matériel de 20 000 kw et environ 60 sous-stations de 120 000 kw (environ 100 kw par mille (1609 m) de simple voie y compris, les boucles). On doit compter comme matériel roulant sur 1000 locomotives (probablement de 2 types, l'un, pour les marchandises, l'autre, pour les voyageurs) qui pourraient être groupées par 2 ou par 3 en unités multiples à la tête du train. En plus il y aura 100 locomotives à accumulateurs pour les gares et dépôts de marchandises et les dépenses seront divisées comme il suit :

Station d'énergie, 60 000 kw à 12 livres par kw.	720 000 livres
Feeders, 300 milles à 1200 livres par mille.	360 000
Sous station, 120 000 kw à 6 livr. par kw.	720 000
1400 milles de voies à 1000 livres par mille.	1 400 000
1000 locomotives et voitures motrices à 2000 livres.	2 000 000
100 locomotives à accumulateurs à 2000 livres.	200 000
Faux-frais supplémentaires. . .	250 000
	5 650 000

Soit 5 700 000 livres en chiffres ronds ou 142 500 000 francs.

Pour payer les intérêts à 4 0 0 on devra prendre chaque année 228 000 livres; si l'on suppose que les prix d'exploitation et les recettes restent les mêmes, le dividende tombera à près de 1,2 0 0. Certaines économies pourront être réalisées et certaines dépenses pourront s'accroître et en calculant ces augmentations et ces diminutions on trouve qu'il est *nécessaire* que les résultats de l'électrification donnent *immédiatement* un accroissement de recettes de 5 0 0, soit 300 000 livres.

En résumé, on voit qu'une installation électrique de chemin de fer peut devenir une affaire extrêmement brillante ou se transformer en désastre complet. Tout dépend des régions suburbaines desservies et de l'utilité réelle et pratique des lignes installées.

A. H. B.

La vulgarisation de l'automobilisme électrique aux Etats-Unis.

On estime à présent aux Etats-Unis qu'il n'est pas possible d'arriver à des résultats bien appréciables dans l'œuvre de propagande entreprise pour favoriser la vulgarisation de l'automobile électrique sans qu'il y ait accord entre les producteurs d'électricité et les constructeurs d'automobiles.

Bien que les automobiles électriques soient plus répandus en Amérique qu'en aucune autre partie du monde, le public ne se rend pas encore exactement compte des frais de service d'une voiture électrique et il les exagère facilement.

D'ailleurs, beaucoup de villes sont encore totalement dépourvues de garages appropriés; la grande variété des accumulateurs en usage ne permet pas aux garages existants de travailler dans des conditions suffisamment économiques; bref, les difficultés rencontrées sont des plus grandes.

Cependant, la propagande spéciale a pu enregistrer en ces derniers temps quelques victoires éclatantes.

Il est vrai de dire que les compagnies génératrices n'ont pas reculé devant les sacrifices.

Ainsi, à Boston, la Boston Edison Company fournit gratuitement l'énergie électrique pour l'éclairage des enseignes lumineuses aux marchands d'électromobiles et elle va installer une grande réclame lumineuse spéciale; elle a créé un magnifique garage, qui sera placé sous le contrôle direct de l'Association américaine de l'automobilisme électrique; des techniciens experts y seront attachés pour instruire et conseiller la clientèle; une campagne de presse active a été entreprise, rien n'a été négligé pour arriver au résultat voulu.

La même ardeur est montrée par les constructeurs d'automobiles électriques; tous participent énergiquement à la propagande par les moyens les plus directs; à Detroit, par exemple, la compagnie des véhicules électriques Anderson offre de vendre au prix de fabrique 100 véhicules électriques à toute compagnie d'électricité de la Nouvelle Angleterre, en vue du développement de l'automobilisme électrique dans ce pays. — H. M.

Les tramways électriques aux Etats-Unis.

D'après l'*Electric Railway Journal*, il y a actuellement aux Etats-Unis 1279 entreprises de tramways électriques avec 64 000 km de voies. Les voitures automotrices sont au nombre de 89 600. Le capital-actions total placé dans ces entreprises se chiffre par 27,5 milliards de francs. On a pu recueillir des données détaillées sur l'exploitation de 620 compagnies desservant un parcours de 46 500 km. Les recettes brutes de ces dernières compagnies se sont élevées, en 1910, à 2,4 milliards de fr et leurs dépenses d'exploitation à 1,36 milliard de fr, — soit un bénéfice net d'environ 1 milliard de fr. On évalue le nombre des voyageurs payants transportés dans l'année à environ 6 milliards. — G.

Le chemin de fer électrique Arad-Hegyala (Hongrie).

L'*Elektrotechnik and Maschinenbau* nous apprend que le chemin de fer à voie étroite Arad-Hegyala (Hongrie), jusqu'ici desservi par des automotrices benzo-électriques, est en voie de transformation, qu'il recevra le courant qui lui est nécessaire, à partir du printemps de 1912, au moyen d'une ligne de trolley. Ce chemin de fer, y compris ses deux embranchements de Pankota et Radna, l'un de 24 et l'autre de 14 km, a un développement total de 58 km. Sa station centrale, située à Arad, produit du courant alternatif à 42 périodes qui sera converti en courant continu à 1650 volts dans la sous-station de Gyorok. La transformation ci-dessus est devenue nécessaire par suite de l'accroissement du trafic. Les nouvelles voitures, à quatre essieux, ont un poids de 56 tonnes; elles sont actionnées par quatre moteurs, chacun de 50 ch, qui se trouvent toujours montés par deux en série. La ligne de trolley est doublement isolée avec une suspension multiple et poids compensateurs. Tout l'outillage électrique doit être fourni par la maison Ganz, de Budapest. — G.

Bibliographie

Die Wissenschaft. Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien. Heft 42. Wechselstromversuche *(La science. Recueil de monographies scientifiques et mathématiques. Tome XLII. Expériences sur les courants atlternatifs)*, par le Dr Anton Lamba. Un volume format 215 × 135 mm de x-176 pages, avec 54 figures. Prix, broché : 5 mark. (Brunswick, Frédéric Vieweg et fils, éditeurs, 1911.)

Ce livre, dû à M. Lamba, professeur de physique à l'Université allemande de Prague, traite, en quatre chapitres, une série de phénomènes constatés sur les courants alternatifs, ainsi qu'un certain nombre d'expériences, faites avec les mêmes courants, qui offrent de l'intérêt au point de vue physique.

Le chapitre Ier s'occupe de la canalisation des courants alternatifs et de l'influence qu'exercent, dans le circuit, la résistance, l'induction et la capacité. Le chapitre II étudie l'induction et les forces pondéromotrices. Le chapitre III est consacré au champ tournant magnétique, le chapitre IV au champ tournant électrostatique. Ce dernier chapitre aborde l'intéressant problème de l'hystérésis diélectrique; pourtant, comme les études physiques déjà effectuées sur ce terrain n'ont pas encore donné des résultats concluants, il n'examine pas à fond le rôle que l'hystérésis diélectrique doit jouer dans les phénomènes examinés.

L'auteur a eu soin d'indiquer le calcul complet des problèmes par lui étudiés. Il s'est, en outre, appliqué à ne proposer que des expériences d'une réalisation facile, dont il fournit les données numériques, de manière que l'expérimentateur puisse s'orienter sans grande difficulté pour les reproduire.

Handbuch der Phototelegraphie und Telautographie *(Manuel de la phototélégraphie et de la télautographie)*, par les Drs Arthur Korn et Bruno Glatzel. Un volume format 235 × 155 mm de xvi-488 pages, avec 292 figures. Prix, relié : 28 mark. (Leipzig, Otto Nemnich, éditeur, 1911).

Ce manuel est, à notre connaissance, le premier ouvrage d'ensemble qui ait été publié sur l'importante question de la télégraphie des images.

Il se divise en deux grandes parties : la première, rédigée par M. Korn, précédée de données historiques étendues, est consacrée à la transmission télégraphique des manuscrits, dessins, etc., en un mot des images noires et blanches (pages 1-230); la seconde, écrite par M. Glatzel, s'occupe de la phototélégraphie, c'est-à-dire de la transmission télégraphique des photographies proprement dites (pages 231-484).

La première partie se divise à son tour en deux sections : la première section étudie en sept chapitres les télégraphes à reproductions ou télautographes du système Bakewell; la seconde section expose en cinq chapitres les télescripteurs ou télautographes du système Gray.

La seconde partie (phototélégraphes) comprend également deux sections : la première section passe en revue, en huit chapitres, les phénomènes photoélectriques, et particulièrement les actions de la lumière sur le sélénium; la seconde section examine en six chapitres (le dernier consacré à la télévision), les méthodes de transmission phototélégraphique.

Dans leur étude, les deux auteurs se sont particulièrement inspirés des publications originales des divers inventeurs et des brevets les plus importants qui ont été délivrés, pour la protection des procédés phototélégraphiques et télautographiques présentement connus en Allemagne, en France, en Angleterre et aux Etats-Unis jusqu'en 1909, ainsi qu'une bonne partie des mêmes documents parus au cours de l'année 1910.

Dans leurs explications sur les divers systèmes et dans la description des appareils correspondants, MM. Korn et Glatzel se sont bornés à donner les détails essentiels pour l'intelligence générale des méthodes de transmission proposées; mais ils ont eu le soin de renvoyer le lecteur aux nombreuses sources auxquelles ils ont eux-mêmes puisé, fournissant ainsi de nombreuses et précieuses indications bibliographiques.

De son côté, l'éditeur s'est appliqué à donner à ce manuel tous les soins matériels correspondants à l'importance du sujet traité : aussi a-t-il édité un beau volume qui ne laisse rien à désirer au point de vue de la perfection typographique et de la netteté des figures.

Nouvelles

Ecole supérieure d'électricité. Ouverture d'une section nouvelle de Radiotélégraphie.

Dans sa séance du 13 décembre dernier, le Comité de la Société internationale des électriciens a décidé d'organiser, à l'École supérieure d'électricité, une section spéciale destinée à l'enseignement pratique et approfondi de la télégraphie sans fil. Cette section sera tout à fait distincte de l'enseignement régulier de l'École qui ne subit aucun changement. Le nombre d'élèves à y admettre a été fixé à 20 au maximum; l'admission se fera uniquement sur titres et sera prononcée par le Conseil de perfectionnement de l'École; les candidats devront justifier de connaissances générales suffisamment étendues pour suivre avec fruit le nouvel enseignement. En particulier, les ingénieurs diplômés de l'École supérieure d'électricité et des grandes Écoles, seront admis dans les limites des places disponibles. Nous croyons savoir que, dès maintenant, les

ministères de la guerre, de la marine, des colonies et du commerce, ont l'intention de déléguer un certain nombre d'officiers ou de fonctionnaires pour suivre cet enseignement.

L'enseignement sera conçu sur le même plan que l'enseignement régulier de l'École.

Il comprendra :

1° Un cours de vingt leçons environ, professé par M. le commandant Ferrié, sur la radiotélégraphie pratique.

2° Un cours de dix leçons environ, professé par M. le lieutenant de vaisseau Tissot, sur la radiotélégraphie théorique.

3° Des travaux pratiques de radiotélégraphie théorique et pratique : M. le commandant Ferrié, directeur des travaux pratiques; M. le capitaine Brenot, chef des travaux; M. Jégou, ingénieur diplômé de l'École supérieure d'électricité, préparateur.

4° Une série de conférences préparatoires :

a) Sur les moteurs mécaniques, M. Bochet;

b) Sur l'électricité et l'étectrotechnique générales, M. P. Janet;

c) Sur les mesures électriques usuelles, M. Chaumat.

5° Des travaux pratiques préparatoires sur les mesures usuelles et les principaux essais de machines, dirigés par M. Millien, ingénieur diplômé de l'École supérieure d'électricité, chef de travaux.

6° Une série de conférences sur des sujets spéciaux se rapportant à la télégraphie sans fil : Téléphonie sans fil, par M. Jeance, lieutenant de vaisseau, ingénieur diplômé de l'École supérieure d'électricité; règlements administratifs relatifs à la télégraphie sans fil, par M. Bouthillon, ingénieur des télégraphes, ingénieur diplômé de l'École supérieure d'électricité; décharges électriques dans les gaz, par M. Villard, membre de l'Institut, et Abraham, maître de conférences à l'École normale supérieure; notions générales de météorologie, par M. Angot, directeur du bureau central météorologique, etc.

L'enseignement sera complet en trois mois. Les frais d'études ont été fixés à 750 fr. Ce prix est réduit à 600 fr pour les délégués des différents ministères. Des auditeurs libres pourront être admis aux cours et conférences après autorisation du directeur et moyennant une redevance de 300 fr.

Les cours s'ouvriront le lundi 5 février 1912. Les inscriptions sont reçues *dès maintenant*.

Programme des conférences de la Société française de physique.

Le 9 février 1912, à la Sorbonne, conférence de M. Blanc sur l'ionisation par chocs et l'étincelle électrique.

Le 23 février 1912, à la Sorbonne, conférence de M. L. Dunoyer sur les gaz ultra-raréfiés.

L'énergie électrique dans le département de la Seine.

Sur le rapport de M. Félix Roussel, la première Commission du Conseil municipal s'est montrée favorable à l'octroi de l'autorisation demandée par la Société d'énergie du département de la Seine pour la distribution de la force motrice dans Paris, concurremment avec la Compagnie parisienne de distribution d'électricité.

*
* *

Exposition universelle de Gand en 1913.

Cette exposition promet d'être des plus intéressantes. Les chantiers sont déjà en pleine activité.

La France y sera grandiosement représentée, car elle occupera un emplacement de plus de 30 000 m². La Commission nationale des Expositions coloniales en France, à l'étranger et aux colonies a décidé d'apporter également son concours à l'entreprise gantoise.

*
* *

Ville de Dunkerque. Exposition internationale mai-septembre 1912.

Une Exposition internationale aura lieu à Dunkerque, de mai à septembre 1912; cette Exposition est la seule importante annoncée pour 1912; elle est placée sous le patronage de la municipalité, de nombreuses Chambres de commerce, ainsi que des comités du commerce; elle recevra tout ce qui a trait à l'industrie, au commerce, à la marine, à l'agriculture, aux sciences et aux arts; elle comprendra également une importante section de luxe et de balnéologie.

Le succès de cette manifestation du travail est pleinement assuré, grâce aux nombreux concours qu'elle rencontre, ainsi qu'à l'accueil sympathique qui lui a été fait dès son annonce.

La ville de Dunkerque, par son importance et sa situation géographique, se prête admirablement à recevoir une manifestation de ce genre : troisième port de France, sa population et celle des communes y tenant constitue une agglomération de près de 100 000 habitants; en outre, le département du Nord comprend près de 2 millions d'habitants; la plage de Malo-les-Bains, à 500 m de Dunkerque, est la plage favorite du Nord, la plus belle et la plus fréquentée: la proximité des plages belges et les nombreux trains de plaisir qui déversent tous les dimanches à Dunkerque une foule d'étrangers, sont tous éléments qui assurent des visiteurs nombreux à l'Exposition où des fêtes seront organisées chaque semaine.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

L'électrification de l'heure dans les grandes villes[1].

SYSTÈME HIPP-FAVARGER

Un système de distribution de l'heure, ayant pour lui la haute notoriété de son premier inventeur, la longue expérience du successeur de celui-ci et de nombreuses applications pratiques, est celui de Hipp, que construit M. Favarger dans la vieille fabrique de télégraphes de Neuchâtel.

Nous avons déjà indiqué dans l'*Electricien* (2) comment fonctionne l'horloge de précision de Hipp dont un modèle, installé sous pression constante à l'observatoire de Neuchâtel depuis une quarantaine d'années, constitue la meilleure réclame que puisse faire valoir un système électrique.

Dans ses appareils de distribution horaire, M. Favarger utilise des *récepteurs à armatures polarisées* et ses horloges-mères émettent des *courants alternativement d'un sens et de sens opposé.*

Voici les considérations qui ont déterminé la maison Hipp-Favarger à employer pour ses électros des armatures polarisées.

Les premiers récepteurs électriques utilisaient des électros ordinaires à armature plate, genre Morse, avec ressort antagoniste. L'emploi de ces armatures donnait, dans les distributions publiques, de nombreux ratés ou des redoublements occasionnés par l'irrégularité du ressort, très sensible aux variations de température et à l'humidité, et par l'action de l'électricité atmosphérique. De plus, l'instantanéité du mouvement rendait à peu près impossible l'entraînement des aiguilles des grands cadrans qui demandent, pour se déplacer sur un arc de cercle assez étendu, un temps relativement long. La faible course de l'armature donnait peu de sûreté à l'entraînement. Enfin, le magnétisme rémanent venait neutraliser une partie souvent considérable de la puissance des électros lorsque le fer n'était pas excessivement doux.

Ces défauts essentiels et d'autres de moindre importance disparaissent naturellement dans un système qui envoie des courants alternativement positifs et négatifs dans des électros à armatures polarisées.

Le ressort antagoniste n'existant plus, ne commet plus de ratés. La rémanence est impossible, puisque chaque émission *balaye* naturellement les traces d'aimantation qu'aurait pu laisser la précédente. L'électricité atmosphérique dont les courants ne sont pas alternés ne risque plus guère de donner des redoublements. Enfin, et c'est une chose capitale pour la distribution à des réseaux comportant, comme les réseaux publics, de grands cadrans, la course des armatures peut être rendue aussi grande que l'on veut.

Le principe de l'horloge électrique de Hipp, qui fonctionne dans les distributions horaires comme horloge-mère, a été déjà indiqué dans l'*Electricien* (1910, t. XXXIX, p. 228). Nous n'y reviendrons pas et nous nous bornerons à donner

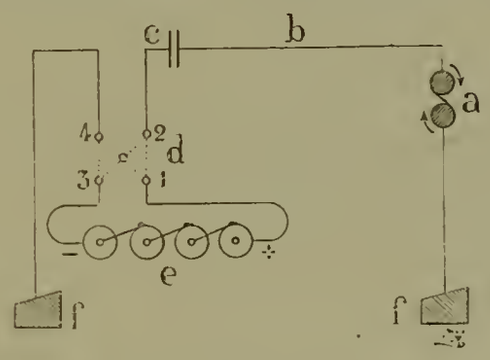


Fig. 31.

ici le schéma du système distributeur de courant et celui des récepteurs.

Nous savons que M. Favarger emploie, dans ses récepteurs, des électro-aimants à *armatures polarisées.* Son *distributeur* doit, par suite, être en même temps *inverseur.*

Son dispositif se compose par suite d'un *interrupteur* qui règle le moment précis et la durée de chaque émission de courant et d'un *inverseur* changeant à chaque minute la direction de ce courant.

Les choses sont disposées comme l'indique le croquis de la figure 31 : *(a)* est l'électro d'un récepteur ou cadran secondaire, *(b)* la ligne qui aboutit à ce récepteur, *(c)* l'interrupteur, *(d)* l'inverseur, *(e)* la pile et *(f)* le fil de retour. Au repos, les points 1, 2, 3 et 4 de l'inverseur sont isolés les uns des autres, 2 est relié à l'interrupteur et, par suite, à la ligne *(b)*; 4 est relié à la terre; 1 et 3, à la pile. Si nous réunissons 1 avec 2 et 3 avec 4 et qu'en même temps nous fermions l'interrupteur *(c)*, le courant circulera dans

(1) Voir l'*Electricien*, tome XLII, 1911, pages 216 et 385.

(2) Voir l'*Electricien*, tome XXXIX, 1910, page 228.

l'électro en suivant le chemin Pile + 1. 2. *c. b. a. f.* 4. 3. Pile —.

Joignons, au contraire, 1 avec 4 et 3 avec 2, l'interrupteur (*c*) étant fermé, le circuit passera par pile +. 1. 4. *f. a. b. c.* 2. 3. Pile —.

Dans ce second cas, l'électro-aimant sera par-

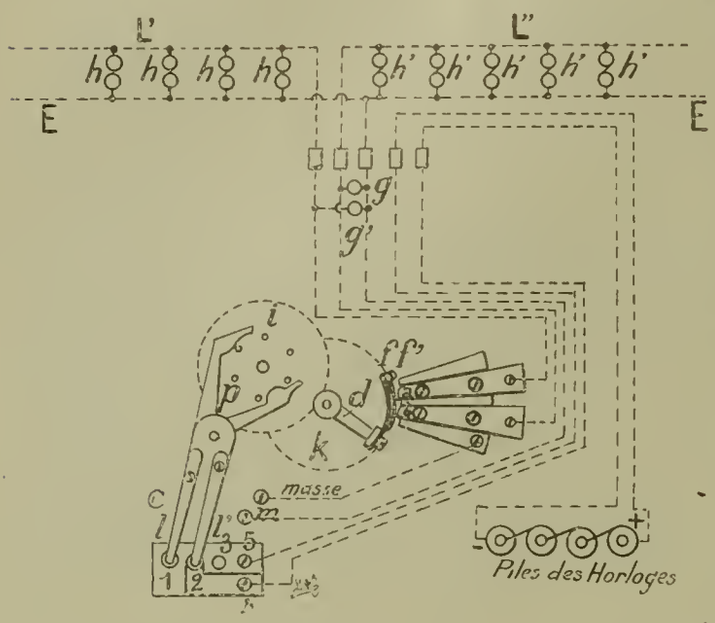


Fig. 32.

c, inverseur de courant.
d, bras portant le double ressort de contact *ff*,
g et g', bobines de résistances non inductives.
h, horloges de la ligne I.
h', horloges de la ligne II.
L', ligne I
L'', ligne II.
E, fil commun ou terre.

couru dans un sens inverse de celui du parcours précédent.

Les manœuvres de l'interrupteur sont produites automatiquement par l'horloge-mère qui intervertit également les connexions de la manière suivante :

Les deux interrupteurs correspondent chacun à un groupe d'horloges secondaires, (*c*) est l'inverseur de courant commandé mécaniquement par 6 goupilles fixées sur une roue (*i*) qui fait un tour en 12 minutes; (*d*) est un bras fixé au centre de la roue d'échappement (*k*) et portant un double ressort de contact (*ff*). Ce bras est isolé de la roue qui le porte.

Lorsque, à une seconde déterminée, ce double ressort vient en contact avec l'interrupteur, il le met en communication avec le plot relié à la masse sur lequel il est monté. Le circuit du groupe d'horloges (*h. h h*...) commandé par lui se trouve fermé. Le double ressort, après avoir quitté cet interrupteur, agit de même avec l'autre, par le moyen duquel il commande la seconde série d'horloges (*h'. h'. h'*...)

L'inverseur de courant est constitué par deux ressorts plats (*l* et *l'*), dont le premier, isolé, est en communication par un fil en spirale, avec la colonne (*m*) isolée également. Le second (*l'*) n'est point isolé et communique avec la platine de l'horloge. Ces deux ressorts, suivant la position de la fourchette (*p*) à laquelle les 6 goupilles de la roue (*i*) impriment un mouvement de va et vient, sont en contact tantôt avec les plots (1 et 2) et tantôt avec (2 et 3). Le plot (2) est isolé des deux autres et relié métalliquement avec la colonne (4). Les deux autres sont reliés tous deux à la colonne (5).

Dans la position occupée sur la figure 32 par l'inverseur (*c*), on voit que, lorsque le ressort double établira le contact en (*a*), on aura un courant parcourant la ligne des horloges (*h. h. h*...) dans l'ordre suivant : Pile +. 5. *l.* 1. *m.* E. L'. *a. ff*. masse. *l'*. 2. 4. Pile —.

Lorsque le courant passera par (*b*) dans le second groupe d'horloges, le sens sera le même.

S'il y a d'autres groupes d'horloges, il en sera encore de même, quel que soit le nombre de ces groupes, tant que le bras (*d*) continuera à faire le même tour, c'est-à-dire pendant une minute entière.

Mais à la minute suivante, une des chevilles de la roue (*i*) aura déterminé le déplacement des ressorts plats (*l*) et (*l'*). Et lorsque le ressort double (*ff*) reviendra en contact avec (*a*) le sens du courant sera : Pile +. 5. 3. *l'*. masse. *d. a.* L'. E. *m.* 1. 2. 4. Pile —. Dans le courant de cette minute, tous les groupes d'horloges recevront

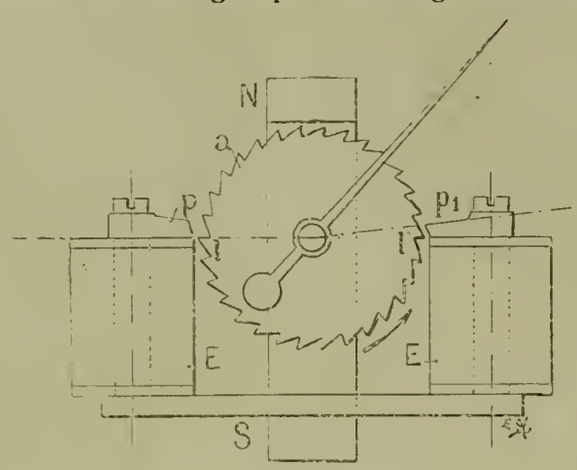


Fig. 33.

successivement ce courant, dont le sens est inverse de celui de la minute précédente.

On voit en (*g*) et (*g'*) deux petites bobines de résistance non inductive qui ont pour but de supprimer les effets des extra-courants. Ces bobines ont chacune une résistance de 50 ohms environ, ce qui équivaut à trois horloges en dérivation. Il y en a une pour chaque ligne de groupe.

La figure 33 va nous expliquer la manière dont agissent dans chaque récepteur ces courants alternés.

Chacun de ces récepteurs est constitué essentiellement par une armature circulaire dentée que polarise un aimant permanent NS, et par un électro-aimant EE, dont les faces polaires sont disposées comme il est indiqué en (*b*) et (*p'*), de manière que la pointe de *p* se trouvant en face d'une dent, la pointe de (*p'*) se trouve en regard du milieu de l'intervalle de deux dents.

La roue (*a*) porte 30 dents. Dans la position marquée par la figure, on voit que l'entrefer de gauche est beaucoup plus faible que celui de droite.

Supposons que l'aimant NS polarise Sud le disque armature (*a*) et Nord, le noyau de l'électro EE, voyons ce qui se passe au repos et va se passer au prochain passage d'un courant de la pile.

Dans la position de la figure (*p*) et (*p'*) étant polarisés Nord et les dents du disque polarisées Sud, le disque est maintenu immobile par l'attraction de (*p*) sur la dent qu'il a juste en face de lui et dont il n'est séparé que par un très petit entrefer. L'attraction de (*p'*) sur la partie du disque qu'il a en face de lui, avec un entrefer très sensiblement plus grand, est en effet bien moindre.

Si maintenant le distributeur envoie dans l'électro-aimant un courant de sens tel que (*p*) devienne un pôle sud et (*p'*) un pôle nord, il en résulte que la pointe de la dent (*l*), qui est polarisée sud, sera repoussée par (*p*), tandis que le flanc de la dent (*l'*), qui est également polarisé sud, sera attiré énergiquement par (*p'*). Il s'ensuivra donc un déplacement du disque denté dans le sens de la flèche, jusqu'à ce que la pointe de la dent (*l'*) se trouve exactement en face de (*p'*).

Un courant de sens inverse déterminera, toujours dans le sens de la flèche, un nouveau déplacement d'une demi dent.

Les arrêts à chaque émission sont parfaitement nets et correspondent aux moments précis où les efforts tangentiels sur le flanc de la dent attirée deviennent exactement radiaux.

L'aiguille montée sur l'axe de l'armature dentée se déplace donc par petits sauts brusques et précis.

Le disque-armature étant divisé en trente dents et chaque passage des courants inversés déterminant l'avancement d'une demi-dent, on voit que l'aiguille fera un tour complet pour 60 émissions, en une heure, par conséquent, si les émissions se font à intervalle d'une minute.

Le sens de la rotation du disque et de son aiguille peut être celui de l'aiguille d'une montre ou le sens inverse. Ce sens dépend uniquement en effet de la direction donnée aux flancs inclinés des dents du disque et aux pièces polaires.

La figure 34 représente une variante de ce système de récepteur.

Dans cette variante, l'armature-disque ne comporte que 5 dents, (elle pourrait en avoir un autre nombre, par exemple 10 ou 3). Ces dents sont taillées de la manière qu'indique la figure. Les

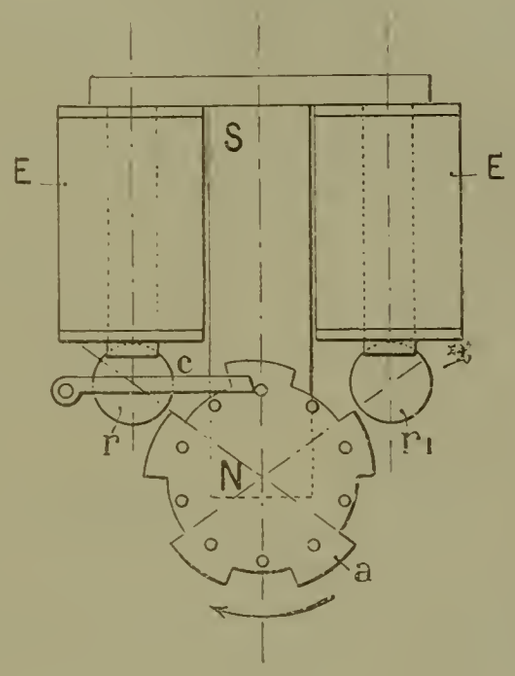


Fig. 34.

pièces polaires sont alors de simples cylindres formant prolongement des noyaux de l'électro-aimant et agissant magnétiquement sur les courbures excentrées des dents de l'armature, courbures qu'une entaille fraisée jusqu'à moitié de la longueur de chaque dent réduit à la valeur utile.

On voit que, dans ce cas, l'armature fait un tour en dix émissions. L'aiguille est dans ce cas montée sur une roue réductrice de manière à faire un tour en une heure.

Cette disposition spéciale est employée dans les cas où l'on a affaire à des aiguilles lourdes, particulièrement dans celui de grands cadrans. Il convient en effet alors d'éviter les mouvements brusques de l'armature. Plus les cadrans seront grands, plus on augmentera la longueur de l'arc parcouru à chaque émission.

L'armature porte 10 chevilles. Ces chevilles sont destinées à empêcher les oscillations parasites par l'action du petit levier d'encliquetage (*c*), lequel ne gêne en rien le mouvement en avant.

Ce système de récepteurs électro-chronométriques imaginé par M. Favarger, il y a quelques années, est à la fois des plus simples et des plus

intéressants. L'usure de ces appareils peut être considérée comme à peu près nulle. Ils ne donnent ni chocs, ni contacts, ni bruit. Ils peuvent être par suite utilisés dans toutes sortes d'installations, spécialement dans celles d'appartements, la franchise de l'arrêt magnétique dépendant essentiellement de la bonne disposition des dents de l'armature et des faces polaires (1).

Nous avons dit que les horloges réceptrices sont divisées en groupes. L'intérêt de cette division est évident. La pile à employer pour actionner la totalité des horloges est beaucoup moindre. Il suffit qu'elle ait le nombre d'éléments nécessaires pour faire fonctionner le groupe le plus important.

De même, dans chaque groupe, les horloges sont intercalées *parallèlement* les unes aux autres, comme l'indique le schéma de la figure 35. De cette façon, le courant de la pile se divise en autant de parties qu'il y a d'horloges à actionner.

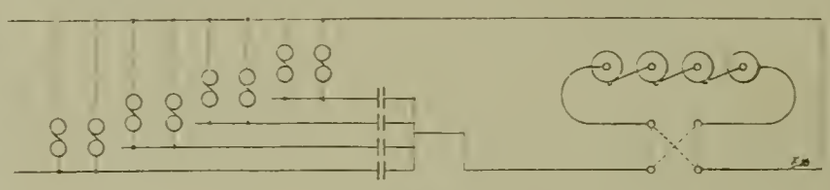


Fig. 35.

Si donc, sur une même ligne, 10 horloges sont actionnées, chacune d'elles ne recevra que la dixième partie du courant total. D'autre part, la résistance que les fils (des lignes et des bobines) opposent au courant est dix fois plus petite que si l'on n'avait qu'une seule horloge sur la ligne. Il en résulte que chaque horloge reçoit en définitive beaucoup plus de courant que dans le cas où les horloges seraient intercalées *successivement* dans le circuit. C'est ainsi qu'*une pile qui, dans le système parallèle, suffit pour actionner 20 horloges n'en pourrait actionner que 3 ou 4 dans le système successif*. Dans le premier cas, la résistance totale des fils n'est que de 7 à 8 ohms tandis que dans le second elle serait de 450 à 600 ohms.

Un autre avantage du système parallèle est de permettre d'enlever l'une quelconque des horloges sans que la marche des autres soit influencée.

On voit par le schéma de la figure 32 que les horloges ont un retour commun à toutes les lignes. Dans le cas d'installations d'horloges fonctionnant sur un réseau public, ce fil de retour peut quelquefois être remplacé par la terre. Il faut dans ce cas noter que les fils conduisant le courant aux horloges doivent être parfaitement isolés et les fils de terre tenus en communication très intime avec le sol (1).

L'expérience, dit M. Favarger dans *Inventions-Revue*, a démontré que l'intensité du courant maximum, qu'il est prudent de faire passer par un interrupteur d'horloge-mère robuste et bien conditionné, est d'environ 1,25 ampère. Ceci correspond à 50 récepteurs dont chacun absorberait normalement 1,25 50 = 0,025 ampère et qui seraient tous intercalés en *dérivation simple*; 10 interrupteurs fermés successivement à une seconde d'intervalle l'un de l'autre actionneraient donc 10 × 50 = 500 horloges en dérivation. Ce nombre pourrait être *doublé* ou *triplé* si, au lieu d'une seule horloge secondaire, on en met *deux ou trois en série sur chaque dérivation*.

Les fils de ligne doivent être de résistance assez faible. M. Favarger conseille, pour des fils degroupes de 3 à 4 km, un conducteur de bronze de haute conductibilité de 2,5 mm de diamètre, correspondant à une résistance kilométrique de 3,25 ohms. Pour les fils secondaires de dérivation, on prendra des fils de 1,5 à 2 mm de diamètre.

Lorsqu'il s'agit d'une installation horaire de ville, il est préférable d'employer au lieu de piles ordinaires, comme générateur de courant, des piles secondaires ou *accumulateurs* que l'on peut charger facilement au moyen d'un courant de lumière, en recourant à une soupape Nodon dans le cas de courant alternatif.

Cette soupape fera partie de l'équipement de la station de distribution qui demande, pour être complète, les accessoires suivants :

Une horloge à coïncidences pour recevoir, de l'observatoire, l'heure devant servir au réglage quotidien de l'horloge-mère. Cette pendule peut d'ailleurs être remplacée par un appareil téléphonique.

Une horloge-mère de réserve avec commutateur permettant, en cas d'accident, d'intercaler cette horloge immédiatement dans le circuit.

Une batterie de rechange avec des appareils de charge et de mesure.

Une horloge-témoin pour chaque fil de groupe.

M. Favarger calcule de la manière suivante la

(1) Je rappellerai seulement que la pendule électrique de Hipp se compose essentiellement d'un pendule oscillant en liberté et recevant d'un faible courant électrique une légère impulsion lorsque l'amplitude de ses oscillations est descendue à une valeur déterminée.

(1) Dans les grandes villes, où il existe toujours maintenant des tramways électriques, employant eux-mêmes le retour à la terre, il est nécessaire de prévoir un fil spécial de retour. La terre pourrait causer des perturbations dans la marche des horloges.

capacité que doivent avoir les batteries d'accumulateurs en service. Le calcul est fait pour un groupe de 100 horloges disposées deux à deux en série sur 50 dérivations du fil de groupe supposé avoir 4 km aller et retour. Ce fil de haute conductibilité et de 2 1/2 mm de diamètre, ayant une résistance kilométrique de 3,25 ohms, donne pour la ligne une résistance totale de 13 ohms. Les 2 × 50 horloges en dérivation auront, d'autre part, avec 140 ohms à chaque horloge, une résistance de (150 × 2) 50 = 6 ohms. La résistance totale du groupe et de sa ligne sera donc de 19 ohms. Le courant normal indiqué plus haut pour chaque dérivation étant de 0,025 ampère, le courant total circulant dans la ligne sera de 0,025 × 50 = 1,25 ampère et la force électromotrice aux bornes du générateur de courant sera de 1,25 × 19 = 23,75 volts. Chaque batterie d'accumulateur devra, par suite, se composer de 13 éléments montés en tension.

En supposant 10 groupes d'horloges semblables et semblablement distribuées, avec une durée maximum de une seconde pour chaque émission de groupe et une durée de fonctionnement d'une semaine pour une batterie, on arrive à une dépense de courant de 35 ampères-heure pour une installation complète.

Cette capacité est celle des petits accumulateurs employés dans l'automobilisme.

La notoriété de la maison Hipp-Favarger, la quantité d'installations déjà effectuées par elle tant en Suisse qu'à l'étranger, la très faible dépense de courant que nécessitent ses récepteurs, dont *800 peuvent fonctionner avec 40 éléments* seulement à grande surface, le souci qu'apporte cette maison à l'étude des nombreux appareils de mécanique, d'électricité et de télégraphie sortis de ses ateliers, permettent de la signaler sans crainte au premier rang des maisons susceptibles de s'occuper de l'électrification d'un réseau d'horloges.

Léopold Reverchon.

Un paysage électronique.

La théorie physique de l'atmosphère a subi en ces dernières années des modifications profondes. Les récentes recherches sur les phénomènes radio-actifs ont fait voir que la conductivité (ou l'ionisation) de l'air est due en grande partie à l'émanation radio-active, produit de décomposition du radium, qui s'élève des profondeurs de l'écorce terrestre. Il résulte, en effet, des expériences électroscopiques, que les charges négatives dominent dans les vallées et les positives dans les couches supérieures de l'atmosphère, ce qui s'explique par l'hypothèse suivante qui, en

Fig. 36.

même temps, donne la raison de la conductivité permanente de l'air.

Les effets radio-actifs de l'écorce terrestre ionisent l'air, c'est-à-dire le rendent conducteur d'électricité. Les molécules neutres se décomposent en ions négatifs (électrons) et positifs (résidus atomiques) Or, les ions positifs plus lourds sont retenus dans leurs mouvements par les vapeurs des vallées, tandis que les électrons, grâce à leur remarquable petitesse, pénètrent dans les profondeurs avec leurs charges négatives. Au sommet des montagnes, les charges séparées tendent à se recombiner, en donnant lieu aux fortes chutes de potentiel qu'on y observe.

Un peintre allemand, M. W. Kranz, s'est inspiré de ces faits si étrangers à l'imagination de l'artiste pour les représenter par un paysage d'une belle conception (fig. 36). L'usine Leppin et Masche vient d'en faire des reproductions convenant parfaitement, dans l'enseignement scolaire, pour illustrer ces idées si modernes. C'est surtout sous la forme de diapositives en couleurs que ces reproductions se présentent avec tout leur charme quelque peu étrange. Dr A. Gradenwitz.

Congrès international des applications électriques.

(TURIN, 10-17 SEPTEMBRE 1911)

(Suite) (1).

6e section.
Télégraphie et téléphonie.

LA TÉLÉPHONIE A GRANDE DISTANCE EN AMÉRIQUE, par Frank B. Jewett.

Dans un aperçu général quelconque sur la téléphonie à longue distance, ce sont les questions de commerce, de trafic et de construction qui doivent être considérées plutôt que la question purement technique de transmission de la parole. Ceci est démontré d'une manière concrète dans le cas du circuit interurbain New-York-Denver, qui a été récemment ouvert au public, dans lequel les problèmes principaux à résoudre étaient ceux de commerce et de trafic.

Pendant que la question pure et simple de perfectionnement des transmetteurs et des récepteurs d'une grande puissance est relativement facile à résoudre, il est extrêmement difficile et coûteux de faire usage d'appareils semblables pour un grand système commercial qui est destiné en même temps au service local et à celui des transmissions à longue distance; à moins que les mêmes appareils puissent servir pour les deux genres de service, l'installation téléphonique ne peut être considérée comme bien étudiée. Ce point de vue a été apprécié à sa juste valeur par les ingénieurs téléphoniques américains.

Le système téléphonique « Bell » entier, comportant des réseaux urbains ainsi que des réseaux de circuits interurbains, a été conçu sur cette idée que le téléphone est un auxiliaire et non un concurrent du télégraphe et de la poste; qu'il occupe une place distincte et définie dans l'économie de communications à établir entre des personnes éloignées, et que son développement devrait marcher de concert avec le service télégraphique. On sait depuis longtemps que le service téléphonique est nécessaire principalement là où les abonnés désirent avoir une communication directe et instantanée entre eux, sans l'intermédiaire d'une troisième personne; l'installation et les méthodes d'opération du système des circuits interurbains à longue distance ont été étudiées dans le but de procurer des facilités qui permettraient aux abonnés de faire usage du service autant que possible de la manière décrite ci-dessus.

Au début, utilisant un grand nombre de systèmes téléphoniques distincts et locaux, les Compagnies se réunirent et s'épanouirent dans un système dont les lignes forment un réseau presque complet de circuits s'étendant sur le continent entier de l'Amérique du Nord et fournissant dans les limites de transmission téléphonique actuellement possible d'une façon commerciale, un service universel d'intercommunication. Le service interurbain est exploité de deux manières différentes; le service sur les circuits interurbains reliant des réseaux téléphoniques qui sont entièrement dans les limites de territoire d'une seule compagnie est exploité par cette Compagnie, tandis que le service sur les circuits interurbains qui traversent les confins de territoire d'une

(1) Voir l'*Electricien*, tome XLII, 2e semestre 1911, pages 228, 241, 262, 278, 296, 313, 326, 341, 393, 406 et 421 et no 1097, 6 janvier 1912, page 8.

Compagnie et relient des réseaux téléphoniques situés dans le territoire de deux Compagnies différentes est exploité par une organisation centrale qui dirige « le service interurbain à longue distance ».

Toutes les additions au système « Bell » de circuits interurbains à longue distance et des organes qui en dépendent sont basées sur des études commerciales qui sont faites pour déterminer l'étendue et l'importance de la circulation téléphonique que le commerce exige. Dans ces études, on tient compte, autant que possible, de tous les facteurs qui pourraient influencer l'usage du service téléphonique à longue distance, et on vise à préparer une installation suffisante pour l'établissement de communications rapides et directes dont le besoin pourrait se développer en diverses directions. Dans le cas où les circuits interurbains projetés se trouvent dans une région qui, jusqu'alors, n'avait pas de service téléphonique, les ressources naturelles non développées de la région sont bien considérées et une estimation approximative est faite du développement probable et de la nature des diverses industries de l'avenir et aussi de la direction des routes que le commerce pourrait prendre.

Dans toutes les études commerciales, ainsi que dans celles relatives aux questions de trafic et de construction, le but que l'on poursuit est d'arriver à un service universel qui s'étendrait sur tout le continent de l'Amérique du Nord et fournirait une communication directe entre tous les centres ayant une importance commerciale, et aussi de développer le service téléphonique et télégraphique simultanément et en coopération.

Le travail du service de trafic commence aussitôt qu'il a été démontré que le commerce a besoin du service interurbain à longue distance entre deux points donnés. Les considérations de trafic déterminent pour la plupart du temps l'importance et la nature de l'installation qui est nécessaire pour l'exploitation. Excepté dans le cas de très grandes distances, où l'on peut faire usage seulement de circuits aériens en fils de cuivre de grand diamètre pour obtenir une intensité suffisante dans l'audition, c'est le service de trafic qui pour la plupart du temps détermine si les fils doivent être souterrains ou aériens et quel genre de tableaux de distribution doit être employé pour obtenir le résultat nécessaire, en ce qui concerne le service rapide et économique des communications téléphoniques sur les circuits projetés.

Deux méthodes principales sont en usage en Amérique pour le service des communications sur les circuits interurbains, à savoir :

a) Le service particulier et individuel;

b) Le service par numéros.

Le but de ces deux méthodes est d'établir la communication désirée aussi vite que cela est compatible avec le maintien du service à un prix abordable pour le public.

En général, le service par numéros est plus rapide, et là où il est en usage il coûte généralement moins cher. Développé comme il l'est en Amérique, ce service est une extension logique du service sur des lignes auxiliaires, tel qu'on l'obtient dans le réseau d'une grande ville ayant plusieurs bureaux centraux, au service interurbain entre deux villes à distance moyenne. Il se distingue principalement en ce que sa rapidité est telle que l'abonné reste ordinairement à son appareil à partir du moment où il fait son appel jusqu'à ce que la communication soit établie. En réalité, toutes les communications interurbaines, qui sont données par numéros, c'est-à-dire dans un rayon d'à peu près cinquante kilomètres, sont établies en moins d'une minute.

Avec le service par numéros, on fait payer à l'abonné chaque fois que la communication demandée est obtenue, sans se soucier de celui qui répond à l'appel. Au delà des limites extérieures de la zone d'appel par numéros et là où la taxe à payer pour la communication est assez élevée pour arrêter l'abonné de faire usage du service, par crainte de manquer la personne avec laquelle il désire se mettre en communication, on a l'habitude de lui donner le choix entre l'appel personnel et celui fait par numéros; seulement en choisissant le service individuel on doit payer plus cher que pour le service par numéros.

Les appels par numéros sont complétés directement par l'opératrice « A » (le terme « A » indiquant l'opératrice qui répond la première à l'appel de l'abonné) partout où l'importance du trafic sur les circuits interurbains est assez grande pour justifier l'établissement de « lignes auxiliaires » directes, et par une opératrice spéciale dans le cas où le trafic n'est pas suffisamment grand pour justifier des lignes auxiliaires directes, mais suffisamment important pour justifier des lignes auxiliaires directes entre le bureau central le plus important d'un réseau local et tous les autres bureaux centraux du même réseau. Quand le trafic interurbain entre deux réseaux donnés est relativement petit, on a recours au mode d'opération appelé « méthode interurbaine », qui est celle où l'on fait usage de l'appel électromagnétique. Dans les deux premiers cas, l'opératrice « A » enregistre l'appel en mettant sur un billet le numéro désiré

et le numéro téléphonique de la personne faisant l'appel, ainsi que la durée de la conversation. Quand on fait usage de la « méthode interurbaine », l'enregistrement se fait par l'opératrice « interurbaine » qui établit la communication et la surveille, l'opératrice « A » se bornant seulement à la seule fonction de mettre en communication la personne faisant l'appel avec l'opératrice « interurbaine ».

La plus grande partie du trafic interurbain à longue distance au delà d'un rayon de 50 km. est assuré sur la base du « service personnel » et non « par numéro », c'est-à-dire un service dans lequel l'abonné faisant l'appel n'a pas à payer lorsque la personne amenée au téléphone n'est pas la personne désirée. Les modes d'opération pour ce genre varient suivant le cas. La plupart du temps, l'opération n'exige qu'un seul billet d'enregistrement. La responsabilité entière de l'opération est confiée à une seule opératrice, l'opératrice interurbaine du réseau d'où provient l'appel. Dans ce cas, qui est applicable seulement quand l'opératrice interurbaine du premier réseau peut se mettre en communication directe et facile avec l'abonné du second réseau, la facilité avec laquelle elle peut soutenir la conversation avec la personne désirée était un point essentiel dans le choix de cette méthode. Une opératrice spéciale qui est mise en communication avec la personne faisant l'appel, enregistre tous les détails nécessaires et envoie ce billet à l'opératrice « interurbaine » qui établit la communication avec la personne désirée du réseau lointain par l'entremise de l'opératrice « interurbaine » de ce réseau. L'opératrice « interurbaine » du premier réseau marque la durée de la conversation; elle est aussi chargée de surveiller la communication. Afin d'obtenir les enregistrements qu'exige le service de la comptabilité, il est d'usage d'employer en conjonction avec cette méthode « à billet unique » des observateurs ou observatrices de service. Ces observateurs sont chargés de dresser un rapport complet et détaillé sur un certain nombre d'appels. Ce rapport sert de base pour vérifier l'honnêteté et l'exactitude des renseignements portés sur les billets. Lorsque les conditions de transmission sont telles qu'il serait malaisé pour l'opératrice du réseau originaire d'entrer en communication avec la personne désirée du réseau lointain, la méthode « du double billet » est appliquée. Dans cette méthode l'opératrice « interurbaine » du premier réseau qui a reçu la demande, communique celle-ci à l'opératrice du réseau lointain et attend un rapport. L'opératrice du second réseau communique avec la personne désirée et, d'accord avec l'opératrice du premier réseau, établit la communication.

Les méthodes d'opération où le télégraphe Morse joue une part, sont peu en usage. Dans ces méthodes, toutes les communications entre les opératrices « interurbaines » sont faites au moyen du télégraphe.

Un parfait usage est fait du principe, bien connu dans les ateliers, que la plus grande compétence s'obtient dans un service compliqué, lorsque chaque part de ce service est faite par une opératrice ou par un groupe d'opérateurs qui exécutent les mêmes opérations à plusieurs reprises. Basés sur ce principe, les travaux des opératrices sont séparés autant que possible et chaque espèce d'opération est exécutée par un groupe différent de jeunes filles qui sont chargées d'une seule opération. Des modèles d'opération sont établis pour chaque catégorie et ils tiennent compte de tous les facteurs relatifs au travail; les opératrices sont stimulées à faire les plus grands efforts par les comparaisons qu'on peut par là établir entre elles.

Avec l'emploi généralisé de câbles téléphoniques munis de bobines Pupin et l'introduction des nouvelles méthodes d'exploitation, la nécessité qui exigeait autrefois des tableaux de distribution « interurbain » et des tableaux de distribution ou multiples affectés au service téléphonique local n'a plus raison d'être. La tendance actuelle est de réunir et de concentrer toutes les opérations nécessaires au service interurbain à longue distance sur un seul tableau de distribution.

La technique du trafic interurbain est une partie vitale de l'organisation du service téléphonique à longue distance. Ce travail comprend la préparation des « plans fondamentaux, interurbains » qui ont pour but la détermination du nombre et de la situation des « tableaux de distribution interurbaine », de la direction exacte à donner aux circuits interurbains, de la nature et du diamètre des conducteurs de ces circuits.

La longueur totale des fils métalliques employés pour les circuits interurbains à longue distance est d'environ 3 millions et un quart de km. Ce chiffre ne comprend pas les conducteurs affectés aux circuits qui relient les bureaux centraux d'un réseau avec le « tableau de distribution interurbain » situé naturellement au point central du réseau. Ce chiffre ne comprend pas non plus les conducteurs, d'une longueur totale approximative de 15 millions de km, employés soit pour « les lignes auxiliaires » d'un même réseau local, soit pour les lignes des abonnés. Il y a à peu près

270 000 km de lignes aériennes en usage pour le service interurbain et 20 0 0 environ des 3 millions et un quart de km des conducteurs interurbains sont en câbles principalement souterrains.

La distance moyenne d'une communication interurbaine sur les circuits de l' « American Telephone and Telegraph C° » est d'environ 300 km, cette distance variant entre 20 km et 3300 km dans le cas d'une communication entre New-York et Denver.

Les circuits interurbains font usage de fils de cuivre dur, les dimensions des conducteurs employés variant depuis le N. 14 N. B. S. G. (29 kg par kilomètre) jusqu'au N. 8 B. W. G. (122 kg par kilomètre). Les conducteurs employés le plus généralement sont désignés par le N. 12. N. B. S. G. et pèsent environ 50 kg par kilomètre.

Beaucoup de circuits en fils aériens sont des circuits « combinés », c'est-à-dire disposés de manière à obtenir trois circuits de conversation avec quatre fils; un grand nombre de circuits en fils aériens ainsi que de circuits en câbles aériens et souterrains sont munis de bobines Pupin. L'usage des circuits combinés et des circuits « pupinisés » s'étend rapidement et il n'est pas douteux que, dans un court espace de temps, tous les circuits interurbains employés pour le service à grande distance soient des circuits « combinés » et « pupinisés » en même temps.

Les lignes aériennes à longue distance suivent ordinairement les routes et les compagnies de service téléphonique local et l'organisation centrale du service téléphonique à longue distance s'en servent en commun. On les construit actuellement de façon à pouvoir recevoir les circuits téléphoniques et télégraphiques.

On fait presque exclusivement usage de poteaux en bois, bien qu'on essaie maintenant des poteaux en béton. La nature du bois employé varie suivant les différentes parties du pays, mais ce sont pour la plupart des bois de cèdre, de marronnier, de pin et de sapin que l'on emploie. Comme le prix du bois augmente, on examine maintenant soigneusement la question de renforcer les extrémités inférieures des poteaux, là où elles se sont affaiblies au niveau du sol.

Les circuits consistent en fils adjacents placés horizontalement sur des traverses, la traverse normale ayant une longueur de 3 m et portant dix fils. Les circuits sont permutés de manière à éliminer l'induction mutuelle entre ces circuits et l'induction due à des sources étrangères, en variant les positions des fils sur la même traverse. Des circuits « combinés » sont formés, en associant quatre fils consécutifs disposés horizontalement, qui sont convenablement permutés. Une exception à la règle de permutation existe dans le cas où le « circuit combiné » est formé de circuits voisins qui sont disposés verticalement.

L'emploi des bobines Pupin a déjà été appliqué à environ 136 000 km de circuits aériens et les difficultés que l'on rencontrait au commencement, pour construire, installer et maintenir les bobines de Pupin, ont été si bien surmontées que le maintien de ces bobines ne coûte pas beaucoup plus cher que le maintien de circuits non munis de bobines. La « pupinisation » se répand aussi rapidement qu'il est possible de mettre les lignes existantes en bon état. La « pupinisation » des circuits « combinés » et l'usage de circuits « combinés » et munis de bobines Pupin en même temps sont actuellement de pratique courante. Les circuits interurbains à très longue distance sont les premiers à être mis en service de la manière décrite ci-dessus.

Les circuits interurbains à longue distance, qui sont entièrement en câbles souterrains, sont en usage général sur une étendue d'environ 145 km et lorsque le travail, qui est bien avancé, sera terminé, on aura un service souterrain entre New-York et Washington et entre New-York et Boston, dont les distances sont d'environ 380 km. Tous les câbles à longue distance qui sont maintenant en cours d'installation sont construits pour permettre l'opération de circuits « combinés » et sont munis de bobines d'induction conformément au système de Pupin.

Des bobines Pupin sont aussi installées sur tous les câbles dont on a besoin pour l'entrée en ville d'un réseau de circuits aériens interurbains, chaque fois que le câble est d'une longueur suffisante.

Un grand nombre d'amplificateurs (relais) téléphoniques sont en usage courant sur les circuits interurbains à longue distance appartenant au système « Bell ».

Toutes les lignes téléphoniques à longue distance de l' « American Telephone and Telegraph Company » et un grand nombre de lignes des compagnies locales sont construites pour être utilisées en même temps pour le télégraphe; toutes les additions qui sont faites maintenant à une partie quelconque du réseau « Bell » entier, sont basées sur la nécessité d'assurer un service téléphonique et télégraphique combiné.

Une partie vitale et intégrale dans le système téléphonique Bell est le maintien à New-York d'un service technique sous la direction de M. John J. Carty. A ce service incombe la responsabilité d'étendre le rayon du service télépho-

nique commercial, de développer des idées nouvelles qui paraîtraient posséder des possibilités commerciales et de déterminer l'adoption de pratiques et de méthodes modèles dans tout le système.

*
* *

Le docteur di Perro a donné lecture de son rapport sur la téléphonie à grande distance.

*
* *

LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE TÉLÉGRAPHIE MULTIPLE, PAR LE MAJOR **W. A. J. O'Meara.**

Ce rapport très documenté examine les différents systèmes de télégraphie qui permettent d'utiliser le même fil de ligne pour la transmission de plusieurs correspondances distinctes, soit dans une seule direction, soit en partie dans une direction et en partie dans une autre.

Le rapporteur décrit successivement :

1° Le Morse quadruplex.
2° Le système Mercadier,
3° Le Phonopore.
4° Le système Picard.
5° Le système Delaney.
6° Le système Pollock-Delaney.
7° Le système Meyer.
8° Le système Baudot.
9° Le Murray multiplex.
10° Le système Munier.
11° Le système Rowland.

Le rapporteur termine en disant qu'il paraît probable que les appareils télégraphiques imprimeurs à venir seront forcés de se développer dans la direction du principe Baudot, à cause des grands avantages que procure l'économie réalisée dans l'utilisation des périodes de disponibilité de la ligne et, aussi, au point de vue de la simplicité des organes mécaniques.

Jurisprudence.

Les frais de contrôle, mis par la loi du 15 juin 1906 et le décret du 17 octobre 1907 à la charge des entrepreneurs de distribution d'énergie électrique, peuvent-ils être réclamés aux concessionnaires antérieurs à la loi de 1906? — Résolu affirmativement : Jugement du tribunal civil de Châlons-sur-Marne du 8 juillet 1911.

La question de savoir si les frais de contrôle, mis par la loi du 15 juin 1906 (art. 18, § 3°) et le décret du 17 octobre 1907 à la charge des entrepreneurs de distribution d'énergie électrique, peuvent être réclamés aux concessionnaires antérieurs à la loi de 1906, continue à donner lieu à des procès entre les entrepreneurs et l'Administration.

Nous avons indiqué dans un précédent article, paru dans l'*Electricien* du 28 octobre 1911, les motifs juridiques et d'équité pour lesquels nous estimons que ces frais n'étaient pas dus par les concessionnaires antérieurs à la loi de 1906. Rappelons seulement que les motifs juridiques sont tirés de l'article 26 de la loi, aux termes duquel *sont maintenus dans leurs formes et teneurs les concessions et permissions accordées par des actes antérieurs* et du rapprochement de l'article 13 et de l'article 18, § 3°, dont il résulte que la charge des frais de contrôle ne peut être imposée qu'aux entrepreneurs de distributions *placées sous le régime soit du titre III, soit du titre IV, soit du titre V de la loi*, c'est-à-dire aux entrepreneurs de distributions *établies sous l'empire de cette loi* et par conséquent postérieures à sa promulgation.

Quant aux raisons d'équité, elles reposent sur la considération des charges imprévues qui viendraient, par suite de ces frais, peser lourdement sur les frais généraux des anciennes entreprises, sans aucune compensation possible.

Le jugement du tribunal civil d'Epernay du 24 mars 1911, dont nous avons rendu compte dans l'*Electricien* du 28 octobre 1911, ne s'était pas prononcé sur cette question de l'application des frais de contrôle aux distributions antérieures à la loi de 1906 : il n'avait statué que sur des questions de compétence et de forme de la procédure, ayant renvoyé sa décision sur le fond à une audience ultérieure.

Nous venons d'avoir connaissance d'un jugement plus récent du tribunal civil de Châlons-sur-Marne, qui se prononce à la fois sur la forme de la procédure et sur le fond.

Au point de vue de la forme, se posait la question de savoir si la contrainte décernée au concessionnaire, à la requête du maire, pour le recouvrement des frais du contrôle communal.

avait bien le caractère exécutoire nécessaire pour la validité de la poursuite. Le concessionnaire demandait, en effet, au tribunal de prononcer la nullité du titre exécutoire, et par conséquent de la poursuite, du fait qu'il avait été revêtu à tort du visa du préfet et non de celui du juge de paix, seul compétent, aux termes du décret du 1er germinal, an XIII, article 44, pour viser et déclarer exécutoire une contrainte relative au recouvrement de frais rentrant dans la catégorie de taxes assimilées aux contributions indirectes.

Au fond, le concessionnaire basait son opposition, sur ce qu'il n'était pas soumis aux droits de contrôle institués par la loi du 15 juin 1906.

Sur ces deux moyens d'opposition, le tribunal de Châlons-sur-Marne a rendu, le 8 juillet 1911, le jugement suivant :

Le Tribunal :

Attendu qu'en exécution de la loi du 15 juin 1906, le conseil municipal de Vertus a pris, le 17 juin 1909, une délibération fixant à 5 fr par kilomètre et par an les frais de contrôle dus à la commune par les entrepreneurs de distribution d'énergie électrique;

Attendu qu'un ordre de versement de la somme de 34 fr. 30 fut délivré, le 19 octobre 1910, par le maire de Vertus, au nom du sieur Mathieu, somme représentant les frais de contrôle afférents à 6,860 km de lignes, qui empruntent la voirie vicinale et urbaine de cette commune;

Attendu que cet ordre de versement fut rendu exécutoire par le préfet de la Marne; que, le 29 octobre 1910, il fut notifié à Mathieu, par exploit de Ricouart, huissier, portant commandement de payer;

Attendu que, le 5 novembre suivant, Mathieu a fait opposition à ce commandement; que ses conclusions tendent : 1° à faire prononcer la nullité du titre exécutoire décerné contre lui, comme revêtu à tort du visa du préfet et non de celui du juge de paix; 2° à faire déclarer, au fond, qu'il n'est pas soumis aux droits de contrôle institués par la loi du 15 juin 1906;

Sur le moyen de forme :

Attendu que, pour parvenir au recouvrement des sommes qu'il prétend dues par Mathieu, le maire de Vertus s'est conformé à l'article 154 de la loi du 5 avril 1884, aux termes duquel « les recettes municipales, pour lesquelles les lois et règlements n'ont pas prévu un mode spécial de recouvrement, s'effectuent sur des états délivrés par le maire, ces états sont exécutoires après qu'ils ont été visés par le préfet ou le sous-préfet »;

Attendu que les frais de contrôle créés par la loi de 1906 sont perçus par les communes en vertu d'un tarif établi en vertu du décret du 17 octobre 1907; qu'ils rentrent donc par leur nature dans la catégorie des taxes assimilées aux contributions indirectes, tant pour leur recouvrement que pour la procédure à suivre en cas de contestation;

Attendu, par suite, que pour pouvoir délivrer utilement une contrainte avec toutes les conséquences que la loi attache à ce mode de procéder, il n'y avait pas lieu de suivre les dispositions de l'article 154 de la loi de 1884, mais de s'en référer aux prescriptions du décret du 1er germinal an XIII;

Attendu que l'article 44 de ce décret dispose que la contrainte sera visée et déclarée exécutoire par le juge de paix du canton où le bureau de perception est établi;

Attendu que l'état de versement délivré par le maire sur Mathieu, n'étant pas revêtu de cette formalité essentielle, ne peut avoir le caractère d'une contrainte et que l'exploit du 29 octobre 1910 n'a pas d'autre portée que celle d'une sommation de payer faite par un créancier à son prétendu débiteur;

Sur le fond :

Attendu que Mathieu soutient qu'il ne doit pas les frais de contrôle parce que la distribution d'énergie électrique de Vertus, concédée selon lui le 12 novembre 1890, n'est placée sous aucun des régimes prévus par la loi du 15 juin 1906 et n'est réglée que par les termes du contrat intervenu entre la ville et la Société vertusienne et, enfin, parce qu'aux termes de l'article 26 de cette loi, « les concessions et permissions accordées par des actes antérieurs étant maintenues dans leur forme et teneur », on ne peut les modifier en imposant aux concessionnaires ou permissionnaires des charges nouvelles non prévues au contrat;

Attendu que l'acte du 12 novembre 1890 invoqué par Mathieu n'a pas la portée qu'il lui donne; que cet acte a concédé à la Société vertusienne le monopole exclusif de l'éclairage municipal de la ville de Vertus; qu'il ne règle que les intérêts privés des parties quant à ce, mais n'a nullement trait à l'établissement et à l'exploitation d'une usine de distribution d'énergie électrique, pas plus, d'ailleurs, qu'aux concessions ou permissions de voirie nécessaires à l'établissement et à l'exploitation des lignes de transport;

Attendu que tout au plus peut-on en conclure qu'il en résulte implicitement une autorisation tacite d'établir les lignes de distribution sur le domaine communal;

Attendu, en outre, qu'il est constant qu'indépendamment de l'éclairage municipal, Mathieu fournit l'électricité nécessaire aux simples particuliers et la transporte dans un certain nombre de communes voisines; que c'est sur l'ensemble des lignes établies sur la voirie tant urbaine que vicinale de la commune de Vertus qu'ont été calculés les frais de contrôle réclamés;

Attendu, en conséquence, que, Mathieu ne produisant aucun acte de concession, le contrat du 12 novembre 1890 étant inopérant en l'espèce, il en résulte que cette exploitation fonctionne sous le régime des permissions de voirie, prévues par la loi du 25 juin 1885 et maintenues par celle du 15 juin 1906;

Attendu que les ouvrages placés sous ce régime sont soumis à l'exercice du contrôle;

Attendu que le contrôle des ouvrages de distribution d'énergie électrique est une obligation d'ordre public, à laquelle ne peuvent se soustraire même ceux dont les installations sont antérieures aux lois de 1895 et de 1906;

Attendu que les frais de contrôle sont mis par la loi de 1906 à la charge des concessionnaires ou permissionnaires; que leur recouvrement par les communes ne constitue que le remboursement d'une avance et ne peut être considéré comme une obligation nouvelle, s'ajoutant à celles prévues au contrat et que seules peuvent exiger les parties contractantes;

Attendu qu'à raison de ce caractère tout spécial, les dispositions de l'article 26 de la loi de 1906 précité ne s'appliquent pas aux frais de contrôle; que cela est si vrai qu'on ne trouve pas dans le décret du 17 octobre 1907, sur l'organisation du contrôle, une disposition analogue à l'article 6 du second décret du même jour;

que cet article, en effet, par application du principe de non-rétroactivité posé par l'article 26 de la loi de 1906, dispose que les redevances pour occupation du domaine public, dues en vertu de concessions antérieures à la loi de 1906, ne pourront être modifiées qu'à l'expiration de ces concessions, et que celles dues en vertu de permissions de voirie ne le pourront être que dès que l'époque de révision de ces redevances sera atteinte;

Par ces motifs;

Déclare nul, en tant que titre exécutoire, l'ordre de versement du 19 octobre 1910; ordonne la discontinuation des poursuites basées sur ce titre;

Dit, au fond, que Mathieu est redevable des frais de contrôle à raison des distributions d'énergie électrique empruntant les voies vicinales ou urbaines de la commune de Vertus;

Compense les dépens.

En ce qui concerne la question de forme, le jugement du tribunal civil de Châlons-sur-Marne se trouve bien conforme à ce que nous avons déjà soutenu dans notre *Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique* (n°s 201 et 202 avec renvoi au n° 186) : de même que les redevances pour occupation du domaine public communal, les frais de contrôle communal ont le caractère de taxes assimilées à des contributions indirectes; d'où il résulte, conformément à l'article 44 du décret du 1er germinal, an XIII, que la contrainte décernée par le receveur municipal, — ou à défaut par le percepteur en faisant fonction, — doit être visée par le juge de paix du canton, comme en matière de contributions indirectes, puisqu'il s'agit de taxes assimilées.

Nous n'avons donc qu'à approuver la décision du tribunal de Châlons sur ce point. Mais il n'en est pas de même pour la partie du jugement statuant sur le fond.

D'abord, le tribunal, comme conséquence de ce qu'il déclarait la contrainte nulle pour vice de forme en tant qu'ayant été visée par le préfet au lieu de l'être par le juge de paix, aurait dû annuler la poursuite, *ce qui ne lui permettait plus de se prononcer sur le fond.* Or le jugement se borne à déclarer « que l'état de versement délivré par le maire sur Mathieu, n'étant pas revêtu de cette formalité essentielle, ne peut avoir le caractère d'une contrainte et que l'exploit du 29 octobre 1910 n'a pas d'autre portée que celle d'une sommation de payer faite par un créancier à son prétendu débiteur ». Mais il n'annule pas la poursuite qui, cependant, ne pouvait être engagée que sur une contrainte ayant le caractère exécutoire; et, bien mieux, il se prononce sur le fond même de la poursuite, ce qui pourrait motiver un recours en annulation devant la Cour d'appel par la voie spéciale de la requête civile. (Code de procédure civile, art. 480 et suiv.).

En outre, en ce qui concerne la solution au fond, le tribunal civil de Châlons-sur-Marne, contrairement à l'opinion que nous avons défendue dans *l'Electricien* du 28 octobre et dans notre *Guide des entrepreneurs de distribution d'énergie électrique*, considère les frais de contrôle comme pouvant être réclamés à un concessionnaire antérieur à la loi de 1906.

Le jugement a voulu établir une distinction entre l'acte de concession en lui-même et les permissions de voirie données au concessionnaire pour l'installation de ses fils de distribution sur les voies publiques. L'acte de concession, déclare-t-il, a simplement conféré à la Société électrique « le monopole exclusif de l'éclairage municipal de la ville de Vertus; il ne règle que les intérêts privés des parties quant à ce, mais n'a nullement trait à l'établissement et à l'exploitation d'une usine de distribution d'énergie électrique, pas plus, d'ailleurs, qu'aux concessions ou permissions de voirie nécessaires à l'établissement et à l'exploitation des lignes de transport ».

Cette appréciation, à notre avis, renferme plusieurs erreurs de droit.

D'abord, on ne saurait dire qu'un traité de concession pour l'éclairage public et privé ne règle que les intérêts privés des parties, entre la Société et la Ville dont elle tient le monopole de l'éclairage municipal : le cahier des charges, en réglementant les conditions de la distribution de l'éclairage aux particuliers, et notamment les tarifs de vente du courant, définit les charges imposées au concessionnaire en retour du monopole qui lui est concédé; si celui-ci a accepté les tarifs, qu'il ne lui est pas permis de relever, c'est parce qu'il a escompté entre les prix de vente et le montant des charges d'exploitation une différence constituant pour lui une rémunération suffisante du capital engagé; or, la commune, en augmentant ces charges par l'imposition de frais de contrôle non prévus à l'origine de la concession, vient fausser l'économie de la combinaison sur laquelle le concessionnaire a établi son entreprise.

Ensuite, l'établissement et l'exploitation de l'usine de distribution n'ont rien à faire dans la question des frais de contrôle. Tantôt les usines assurant la production de l'énergie électrique pour le service de la concession sont comprises dans la concession, tantôt elles restent en dehors de la concession, mais, dans l'un comme l'autre cas, elles ne sont pas soumises au contrôle spécial organisé par la loi de 1906 et le décret du 17 octobre 1907 : ce contrôle « ne s'exerce que

« *sur les distributions proprement dites*, c'est-« à-dire sur les canalisations, transformateurs, « sous-stations et ouvrages de toute nature qui « servent à transporter ou à transformer le « courant, depuis les usines de production jus-« qu'aux usines d'utilisation ou jusqu'aux im-« meubles particuliers. Tous les ouvrages ser-« vant à produire ou à utiliser l'énergie électrique « et affectés à un usage industriel, relèvent du « ministère du travail, notamment les usines de « production, même si elles sont concédées par « l'acte qui autorise les distributions ». (Circulaire ministérielle du 15 septembre 1908, reproduite dans notre *Guide* déjà cité, p. 152 et suiv.).

Enfin, le tribunal nous semble sortir des limites de sa compétence, lorsque, pour justifier sa décision considérant les frais de contrôle comme applicables aux concessions antérieures à la loi du 15 juin 1906, il prétend établir une distinction entre l'acte de concession et les permissions de voirie subséquentes. C'est, en réalité, formuler, à l'égard d'un acte administratif, une interprétation pour laquelle, seuls, les tribunaux administratifs auraient compétence, d'après les règles de la séparation des pouvoirs. Il y a lieu, d'ailleurs, d'observer que cette distinction ne détruirait en rien les objections basées sur le rapprochement des articles 13, 18 et 26 de la loi, puisqu'elles s'appliquent aussi bien aux permissions qu'aux concessions antérieures à la loi de 1906.

Le jugement du tribunal civil de Châlons-sur-Marne, on le voit, est donc susceptible de bien des critiques de nature à servir de base à un recours, soit par la voie de la requête civile, soit par celle d'un pourvoi en cassation pour violation de la loi.

Si ce recours se produit, nous tiendrons nos lecteurs de l'*Electricien* au courant de la décision de justice à intervenir. Dans tous les cas, nous espérons que les autres tribunaux saisis de la question des frais de contrôle, en ce qui concerne les distributions antérieures à la loi de 1906, rendront des jugements plus respectueux des droits des concessionnaires de ces distributions.

Un de nos lecteurs nous a demandé, à ce sujet, si le tribunal civil d'Epernay, dont nous avons reproduit et commenté le jugement sur la compétence dans l'*Electricien* du 28 octobre 1911, avait rendu son jugement sur le fond; d'après les derniers renseignements que nous avons eus sur cette affaire, elle n'aurait pas encore été plaidée au fond par suite de remises successives. On comprend, d'ailleurs, que l'administration, satisfaite du succès obtenu devant le tribunal civil de Châlons-sur-Marne, ne soit pas pressée de courir le risque d'une autre décision, qui pourrait être contraire et détruire l'effet qu'elle escompte de la première.

Pour nous, nous persistons à croire que le décret du 17 octobre 1907 relatif aux frais de contrôle n'est pas applicable aux concessions antérieures à la loi du 15 juin 1906.

Charles Sirey,
Avocat à la Cour de Paris.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

APPLICATIONS DIVERSES

Maturation des fromages par l'électricité.

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* rapporte que M. S. Gokkes, de Rotterdam, traite les fromages frais avec un courant alternatif de 0,2 ampère sous environ 10 000 volts, en les soumettant en même temps à l'action de l'air atmosphérique. A cet effet, les électrodes employées constituent une sorte de récipient qui n'est pas complètement fermé, de manière à rendre l'accès d'air possible, et qui correspond à la forme du fromage. Grâce à l'action du courant alternatif ci-dessus, les fromages frais soumis, durant 24 heures, au traitement imaginé par M. Gokkes, présentent ensuite toutes les propriétés des vieux fromages. — G.

ACCUMULATEURS

Emballage, pour l'expédition, des plaques chargées d'accumulateurs.

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* donne les détails suivants sur le procédé employé par la Société des accumulateurs de Bakewell (Angleterre) pour l'emballage des plaques destinées à être expédiées au loin. Ces plaques, aussitôt après avoir été retirées de l'acide sulfurique du bain de charge, sont logées isolément ou ensemble dans des caisses que l'on ferme immédiatement, dans lesquelles on fait le vide aussi complètement que possible et que l'on pourvoit de cachets pour ne les rouvrir qu'à destination, juste au moment de l'introduction de l'acide dans les bacs

de la batterie. Cette manière de procéder a pour objet de laisser les plaques qui viennent d'être chargées aussi peu que possible en contact avec l'air : par suite, au lieu de faire le vide dans les caisses, on peut tout aussi bien les remplir d'un gaz chimiquement inerte, tel que de l'acide carbonique, de l'hydrogène carburé, de la soude caustique. Quant aux caisses employées, elles sont construites en bois et elles reçoivent une enveloppe de plomb, de manière à présenter les qualités voulues d'imperméabilité, de légèreté et de solidité mécanique. — G.

FORCE MOTRICE

Utilisation électrique du mouvement des eaux de la Baltique

Suivant l'*Elektrotechnische Anzeiger*, un ingénieur de Hambourg, M. Emile F. G. Pein, qui cherchait depuis quinze ans à tirer industriellement du courant électrique du mouvement des eaux de la Baltique, vient enfin de mettre sur pied un projet qui va être prochainement réalisé. Les travaux de construction, à cet effet, commenceront au printemps de 1912. Entre Husum et l'île de Nordstrand on doit édifier une usine hydraulico-électrique qui alimentera en courant une bonne partie du Schleswig-Holstein. Une série de digues se prolongeant depuis l'île ci-dessus jusqu'à Husum, sur le continent, formera deux vastes bassins, l'un à niveau élevé et l'autre à niveau bas, séparés l'un de l'autre, par une digue intérieure longitudinale : le premier de ces bassins aura une superficie d'environ 600 hectares, le second une superficie d'à peu près 900 hectares. Un système d'écluses rendra toujours possible, entre la mer et l'un des deux bassins, un mouvement des eaux destiné à actionner les turbines de l'usine. Le flux et le jusant successifs amèneront le niveau de l'eau, dans les deux bassins, à monter et à s'abaisser. L'économie du fonctionnement de l'usine en question peut se résumer comme il suit : Au moment du flux, le niveau de la mer est plus élevé que celui de la masse liquide du bassin inférieur. Si on ouvre la chambre des turbines et la chambre d'écoulement qui se trouvent logées dans l'usine, la différence des deux niveaux donne de l'énergie. Cette différence de niveau peut varier entre 0,80 et 3,2 m. On évalue l'énergie qui sera ainsi obtenue à 5000 ch. L'égalisation de la différence des niveaux entre le bassin inférieur et la mer demande à peu près 8 heures Mais en même temps, afin de pouvoir disposer de force motrice tirée également de l'eau durant la marée basse suivante, on abaisse le barrage donnant accès au bassin supérieur. Ce dernier se remplit dans la même proportion que monte la marée; on relève son barrage au bout d'environ 6 heures, au moment où la mer est étale, c'est-à-dire au moment où le reflux commence. Quand il n'existe plus une chute suffisante entre le niveau de la mer et celui du bassin inférieur, on renverse le barrage qui se trouve derrière l'usine centrale et qui sépare les deux bassins. Le bassin supérieur, qui avait été fermé en temps utile, alors que la mer était étale, présente encore un niveau égal à la hauteur du flux.

De là, une différence de niveau entre le bassin supérieur et la mer au moment du jusant. Pour faire intervenir utilement la masse liquide emmagasinée dans le bassin supérieur, on a soin de diriger cette eau, dans un sens inverse à celui de l'eau apportée par le flux, sur les turbines et les chambres d'écoulement. Un aménagement spécial des barrages, des turbines et des dispositifs protecteurs fait que les turbines sont toujours actionnées dans le même sens. — G.

RADIOTÉLÉGRAPHIE

Postes radiotélégraphiques destinés aux bateaux de pêche des Etats-Unis.

On lit dans la *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* : le gouvernement des Etats-Unis vient de prendre une mesure grandiose et d'une haute importance, en vue de soustraire les bateaux de pêche du pays aux conséquences des variations atmosphériques et des tempêtes. Il a acheté 50 000 postes radiotélégraphiques qu'il met à la disposition des pêcheurs, en accordant à ces derniers des délais pour s'acquitter au moyen de paiements échelonnés. Il s'agit d'un nouveau type d'appareil à bon marché (il se vend environ 620 fr l'unité) qui sert seulement pour la réception, tandis que les mêmes dispositifs radiotélégraphiques, jusqu'ici employés pour des fins identiques, reviennent au bas mot à plus de 7500 fr. Antérieurement à cette grandiose acquisition, l'on a fait un essai, voilà quelques mois, avec 500 appareils de même espèce. On a alors constaté que les bateaux pourvus desdits appareils pouvaient le plus souvent être utilement prévenus quand une tempête menaçait. On a en même temps constaté que la pêche en haute mer, dont l'avenir semblait compromis en raison des nombreux sinistres qui l'avaient dernièrement frappée, pouvait être pratiquée sans grands risques, à la condition que l'on dotât toutes les embarcations intéressées d'appareils radiotélégraphiques. L'achat des 50 000 dispositifs ci-dessus a occasionné au gouvernement américain une dépense d'environ 36 millions de fr. — G.

Bibliographie

Traité de physique, par O. D. Chwolson. Ouvrage traduit sur les éditions russe et allemande, par E. Davaux, ingénieur de la marine. — Tome premier. Premier volume : *Introduction, mécanique, méthodes et instruments de mesure*. Deuxième édition française entièrement refondue et considérablement augmentée par l'auteur, avec des additions et des notes par E. Cosserat, directeur de l'Observatoire de Toulouse, et F. Cosserat, ingénieur en chef à la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Un volume, format 24/16, de IX-515 pages, avec 229 figures. Prix : 17 fr. (Paris, librairie A. Hermann et fils).

Dans la préface de la première édition de ce magistral traité de physique, M. E.-H. Amagat a dit, avec juste raison, que c'est, à notre époque, une entreprise difficile que d'écrire un Traité de physique générale un peu complet. Il faut y faire place aux idées nouvelles, tout en respectant les théories classiques dont plusieurs sont des modèles de clarté et de précision et dont la fécondité paraît loin d'être épuisée.

Le traité de M. Chwolson est un livre bien actuel, dans lequel aucune question importante n'est passée sous silence et où chaque sujet est présenté avec des développements suffisants pour en bien faire saisir l'ensemble, sans laisser à entendre qu'il soit complètement épuisé. Une bibliographie très étendue termine chaque sujet et permet au lecteur de puiser aux sources les renseignements complémentaires qu'il désire connaître.

Dans la forme où est présenté ce Traité, il rendra de grands services et a été déjà bien apprécié en France comme il l'a été à l'étranger. La belle édition française fait le plus grand honneur à l'éditeur et le succès qu'elle a déjà obtenu prouve que nous avions besoin, en France, d'un ouvrage de physique qui réponde parfaitement à nos besoins et puisse être utilement consulté par des gens de formation scientifique très différente.

The magnetic circuit *(Le circuit magnétique)*, par V. Karapetoff. — Un volume, format 23/14,5, de IX-283 pages, avec 64 figures. (Londres, Mc Graw-Hill Book Company).

Ce travail constitue un ouvrage d'étude des plus intéressants à tous le points de vue. Il a été écrit pour donner, à tous ceux qui abordent l'étude des phénomènes électriques et magnétiques, les données théoriques indispensables pour comprendre le fonctionnement des machines dynamo-électriques, des transformateurs, des lignes de transmission, etc.

L'ouvrage de M. Karapetoff s'adresse surtout aux étudiants qui possèdent déjà des notions élémentaires d'électrotechnique et qui ont effectué certains essais de laboratoire.

Ce livre comporte treize chapitres traitant successivement des sujets suivants :

1° Relation fondamentale entre le flux et la force magnétomotrice;

2° Circuit magnétique dans le fer;

3° Hystérésis et courants de Foucault dans le fer;

4° Force électromotrice induite dans les machines électriques;

5° et 6° Ampères-tours d'excitation dans les machines électriques;

7° Force magnétomotrice d'un enroulement;

8° Réaction d'induit dans les machines synchrones;

9° Réaction d'induit dans les machines à courant continu;

10° Energie électromagnétique et inductance;

11° Inductance des câbles et des lignes de transmission;

12° Inductance des enroulements des machines électriques;

13° Force mécanique et couple dus à l'énergie électromagnétique.

Deux appendices terminent ce livre. Le premier expose le système ampère-ohm d'unités et le second fait connaître pourquoi l'ampère-tour doit être préféré au Gilbert comme unité de force magnétomotrice.

La technique cinématographique : *projection, fabrication des films*, par Léopold Lobel. Un volume, format 25 × 16 cm, de 324 pages avec 332 figures. Prix : 10 francs (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs).

Toutes les branches de la technique photographique possèdent aujourd'hui une littérature très riche et variée. Seuls les ouvrages cinématographiques n'existent qu'en petit nombre. Les personnes qui voulaient se renseigner sur l'état actuel de l'art des projections vivantes ne trouvaient jusqu'ici aucun ouvrage qui satisfasse leur désir. On peut dire du livre de M. Lobel que c'est un ouvrage qui vient à son heure. L'auteur, qui possède une compétence indiscutable dans les questions cinématographiques, nous offre un travail de documentation qui sera très apprécié par tous ceux qui font ou qui veulent faire de la cinématographie.

Les opérateurs projectionnistes trouveront, dans la première partie de ce livre, une description essentiellement pratique des projections cinématographiques et nous ne pouvons que féliciter l'auteur pour l'art avec lequel il a su mettre ces connaissances techniques à la portée de tout le monde.

La deuxième partie de cet ouvrage apporte à l'ingénieur ainsi qu'au praticien, qui s'occupent de la fabrication des films, une description très complète des appareils utilisés dans cette industrie. C'est un travail considérable, travail à la fois de critique et de documentation, illustré d'un grand nombre de dessins schématiques. Il constituera une source très précieuse pour les chercheurs qui veulent se faire une idée de ce qui reste encore à faire sur ce terrain. Nous sommes donc certains que ce livre, qui répond si bien au but qu'il s'est proposé, trouvera, auprès de ceux que la cinématographie intéresse, par métier ou par curiosité, le succès auquel il a légitimement droit.

Nouvelles

Union commerciale de l'électricité.

L'Union commerciale de l'électricité, dont le siège social est 11, rue des Arquebusiers, à Paris, vient de renouveler son bureau et son comité.

Ont été nommés pour l'année 1912 :

Président : M. Tournaire (Charles).

Vice-présidents : MM. Goisot et Larsonneau (René).

Secrétaire : M. Pertus.

Membres du comité : MM. Heller, Parvillée, Espir, Mizéry, Burgunder, Bouchery, Gardy, Blanc.

*
* *

La télégraphie sans fil au Canada.

D'après un arrangement conclu entre le gouvernement canadien et les compagnies Marconi, ces dernières se sont engagées à assurer la transmission des messages radiotélégraphiques privés entre les stations côtières du Canada et celles de l'Irlande et de la Grande Bretagne.

*
* *

Les automobiles électriques aux Etats-Unis.

Les compagnies Edison ont affecté 50 millions de francs à l'acquisition de véhicules électriques commerciaux et 150 millions à l'acquisition de véhicules de luxe; la consommation d'énergie de ces véhicules représente annuellement une somme de 8 millions de francs; en un an, le nombre d'automobiles électriques a augmenté de 50 0/0. Des essais comparatifs ont fait voir que, s'ils fournissent moins de parcours ininterrompus, les véhicules électriques ont, en réalité, un rendement annuel de 65 0/0 plus grand.

*
* *

Renseignements météorologiques par radiotélégraphie.

La station radiotélégraphique de la tour Eiffel transmet immédiatement après l'envoi des signaux horaires des avis météorologiques relatifs à l'état de la mer dans différents parages.

*
* *

Les locomotives électriques du canal de Panama.

La *Canal Record*, publication officielle de l'*Isthmian Canal Commission*, décrit les locomotives électriques qui seront à construire pour l'exploitation du canal de Panama et définit les conditions auxquelles elles devront satisfaire; ce sont des machines d'un nouveau système inventées par un ingénieur de la compagnie, M. E. Schildhauer.

*
* *

Fabrication des hypochlorites par électrolyse.

L'*Electrical World*, dans un article signé de l'électrochimiste anglais, M. J.-B.-C. Kershaw, signale l'intérêt que présenterait, pour les stations centrales américaines, l'introduction des appareils pour la fabrication électrolytique des hypochlorites.

*
* *

Les usines à gaz et les installations électriques.

Une enquête ayant démontré qu'il y a danger d'explosion à craindre du chef de la présence de conducteurs et d'appareils de téléphonie ou de sonnerie dans les salles des usines à gaz, l'association allemande du gaz et de l'eau a décidé d'autoriser l'emploi de ces appareils, à la condition qu'ils soient placés à l'extérieur des locaux ou, pour les sonneries intérieures, sous une toile métallique.

*
* *

Aciérie électrique.

On annonce qu'une aciérie exclusivement électrique et pourvue de deux fours Stassano de 200 kw est en construction à Newcastle on Tyne.

*
* *

L'évolution de la lampe à incandescence.

Dès 1890, après l'apparition de la lampe à gaz à incandescence, on s'est occupé de réaliser des lampes électriques à incandescence plus économiques que les lampes au charbon. Les brevets accordés pour des lampes à fil de métal réfractaire sont légion, mais les tentatives n'eurent pas de résultat pratique.

C'est en 1900 seulement que les recherches aboutirent; Nernst imagina sa lampe bien connue, aujourd'hui à peu près abandonnée, et Auer, la lampe à fil d'osmium; celle-ci fut mise sur le marché en 1902; en 1904, la Société Siemens et Halske présentait une lampe au tantale; en 1906, apparut la lampe au tungstène.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

DESCRIPTION

de quelques appareils de cuisine et de chauffage électriques

DE CONSTRUCTION ANGLAISE

La construction des appareils de chauffage électrique peut être rangée parmi les branches de l'électrotechnique où ont été réalisés le plus de progrès pratiques dans ces dernières années.

Il y a peu de temps encore, le public ignorait à peu près complètement les applications des appareils de chauffage ou de cuisine électriques; les ustensiles de cuisine et le fer à repasser électriques, par exemple, n'étaient utilisés que tout à fait exceptionnellement.

Mais, depuis quelque temps, on s'est beaucoup occupé dans différents pays, et particulièrement en Angleterre, de modifier cette situation, non seulement par le perfectionnement technique des appareils, mais par la mise en pratique de tarifs de faveur pour les usages du chauffage à l'électricité.

Cette façon de procéder a été des plus fructueuses; ainsi, bien qu'elles ne soient entrées dans cette voie qu'à une époque relativement récente, les usines génératrices anglaises ont su donner aux applications du chauffage et de la cuisine électriques une extension remarquable et elles ont créé pour les fabricants du matériel électrique dont il s'agit des débouchés qui ont permis enfin à la construction de se développer comme elle en avait besoin.

A présent, au lieu d'être encore considérée comme un procédé de luxe, dispendieux, la cuisine électrique est comptée parmi les procédés les plus avantageux : elle est moins coûteuse et infiniment supérieure à la cuisine au charbon, au coke, au pétrole, au gaz; « les experts culinaires ont unanimement reconnu que la cuisson effectuée électriquement est supérieure à tous égards aux autres procédés ». Les aliments, les viandes particulièrement, conservent beaucoup mieux leur bon goût lorsqu'ils sont cuits électriquement que s'ils sont préparés d'une autre façon; les jus ne sont pas perdus, ni altérés; la réduction de poids est beaucoup moins sensible; l'atmosphère où l'aliment est placé n'est pas altéré par des fumées, par des produits de combustion, etc.

La différence de perte, pour la cuisson électrique et pour la cuisson sur le charbon ou sur le gaz, est sensible; de 30 o/o avec le charbon ou le gaz, la perte ne serait, en effet, à en juger d'après un grand nombre d'expériences, que de 10 o o avec l'électricité; cette économie serait largement suffisante pour donner la supériorité économique à la méthode nouvelle.

Les appareils électriques actuels ont, d'ailleurs, au point de vue de la production de l'énergie calorifique, un rendement élevé, atteignant communément 80 o o; on est d'accord pour l'admettre, dans les bons appareils; ils sont aussi incomparablement faciles à manier, d'un fonctionnement parfaitement sûr, d'une propreté complète, etc.; ils ne vicient pas l'air des locaux où ils fonctionnent et ne les surchauffent pas; à ce dernier égard, ils constituent un progrès très sérieux, car, qu'il s'agisse d'une petite installation domestique ou d'une grande installation industrielle, le travail devant les fourneaux ordinaires est toujours très pénible; avec les appareils électriques, le chauffage est totalement confiné; les appareils peuvent se placer au mieux des intérêts du service, etc.

Tous ces avantages viennent d'être, une nouvelle fois, démontrés d'une façon très intéressante par les beaux appareils présentés, à l'exposition d'Olympia, à Londres, par les principaux constructeurs anglais, dont la fabrication a acquis, en cette matière, un haut degré d'avancement; on a pu apprécier dans cette circonstance l'élégance et la robustesse des derniers types d'instruments réalisés et se rendre compte de leur valeur.

Au nombre des systèmes les plus remarqués figuraient particulièrement les systèmes Eclipse, Prométhée, Bastian, Tricity, Simplex, Purcall et Nobbs, Beeton, etc., etc.

Il serait un peu long de signaler les particularités de ces différents appareils et force nous est, pour ce motif, de nous contenter de quelques remarques sommaires.

Mentionnons, d'abord, les appareils Eclipse; leur caractéristique principale réside dans la simplicité de l'élément de chauffage; celui-ci consiste en une résistance de fil ou de ruban spécial enroulé sur un support de mica, placé, au besoin, dans un petit tube métallique qui le pro-

tège mécaniquement; on emploie des alliages métalliques spéciaux, pouvant supporter des températures élevées.

Tous les éléments de chauffage sont étalonnés et ils portent des numéros d'identification qui permettent de les distinguer facilement, de sorte qu'en cas de détérioration, il suffit de retirer l'élément abîmé et de le renvoyer au constructeur pour en obtenir l'échange. Ces éléments, qui peuvent être portés au rouge d'une façon prolongée, sans aucun danger, ne sont pas d'un prix élevé.

Les connexions ne comportent pas de soudure et l'insertion du nouvel élément s'effectue sans

Fig. 37. — Fourneau électrique « Eclipse ».

aucune difficulté en quelques instants; il est fait usage, en effet, d'un étrier de serrage ou bien, dans les instruments destinés au chauffage des liquides et dans les plaques chauffantes, de plaques de pression serrées par des boutons de contact.

Pour le reste, la construction présente beaucoup d'analogie avec celle des appareils à gaz correspondants.

Le fourneau électrique domestique (fig. 37), par exemple, est formé d'une enveloppe de fonte et d'une enveloppe intérieure de tôle, avec isolement de scories, entre les deux.

Il comprend un foyer, avec deux grilles, une plaque en tôle et une rôtissoire; à la partie supérieure, deux plaques chauffantes rondes, de 18 cm de diamètre; une plaque chauffante rectangulaire, de 25 × 18 cm, combinée pour servir de gril, avec les accessoires.

Les éléments de chauffage du fourneau sont placés sur les côtés; ils sont protégés par des grilles en fonte mobiles, qui peuvent être enlevées pour le nettoyage, et qui servent, en même temps qu'à mettre les éléments à l'abri, à tenir les supports pour les grilles et plaques horizontales du fourneau.

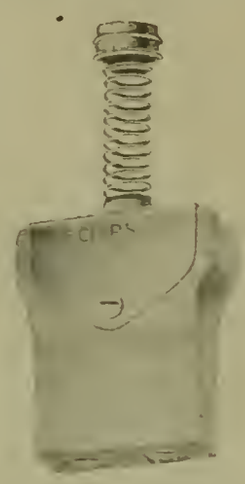


Fig. 38. — Fiche double de prise de courant « Eclipse ».

La distribution des éléments assure une très bonne uniformité de température; il n'y a de concentration de chaleur dans aucune partie, contrairement à ce que l'on observe avec les fours à gaz.

La température peut être réglée pour les différents appareils, grâce à l'insertion des éléments sur des circuits séparés; trois degrés de chauffage peuvent être obtenus aux plaques chauffantes et deux pour le fourneau; les interrupteurs sont à volonté placés sur le côté de l'appareil ou sur un tableau distinct.

Les mêmes principes sont appliqués à un grand nombre d'appareils, parmi lesquels les plus intéressants sont les garde-manger électriques, les réchauds électriques, les multiples ustensiles de cuisine, plaques chauffantes, grils, poêle à frire, bouilloires, etc.; puis toute la série des gros appareils destinés aux établissements d'alimentation, aux hôtels, aux restaurants, ainsi que les fours à cuire électriques.

Le garde-manger électrique est employé pour tenir les aliments chauds ou pour chauffer les assiettes, plats, etc.; les aliments y sont placés à la base et les plateaux horizontaux sont perfo-

Fig. 39. — Fiche simple de prise de courant « Eclipse ».

rés pour permettre l'ascension de l'air chaud; le réchaud, pour la préparation du déjeuner, est formé de deux plaques chauffantes et d'une plaque-gril combinée.

Les figures 38 et 39 représentent respectivement la fiche double de prise de courant Eclipse et la fiche simple pour le même usage.

La construction des appareils *Simplex* présente certaine analogie avec celle des précédents. La figure 40 représente une cuisinière électrique de ce système.

Les éléments y sont constitués par un fil de haute résistance, pratiquement inaltérable, enroulé sur un support de mica et protégé, au besoin, contre les détériorations mécaniques par une gaîne métallique légère; les sections de fil sont naturellement calculées suivant la destination des éléments; dans les éléments destinés à la préparation de grillades, par exemple, la section est telle que le fil soit porté au rouge; les éléments sont montés autant que possible pour pouvoir être enlevés et remplacés facilement.

Dans le *Beeton*, les éléments de chauffage sont montés sur les côtés, mais de telle manière qu'ils puissent être retirés de l'extérieur lorsqu'il est nécessaire d'y avoir accès; les parois sont en fonte, doubles, avec isolement entre les deux; l'intérieur est émaillé blanc; tous les éléments sont détachables; chaque circuit comporte une petite lampe indicatrice, placée sous un verre rouge.

Fig. 40. — Cuisinière électrique « Simplex ».

Dans le système Archer, l'élément de chauffage est constitué par un fil d'alliage approprié enfoncé dans un mélange semi-réfractaire; pour confectionner les éléments, on coule d'abord sur la plaque de support, en fer, une couche de mélange; on y place le fil, puis on recouvre d'une seconde couche, destinée à immobiliser le conducteur dans la position voulue; une troisième couche d'un émail spécial est ensuite placée au-dessus. « Le tout forme un ensemble solide, pour ainsi dire homogène, très compact, très résistant, où le fil conducteur est protégé aussi bien électri-

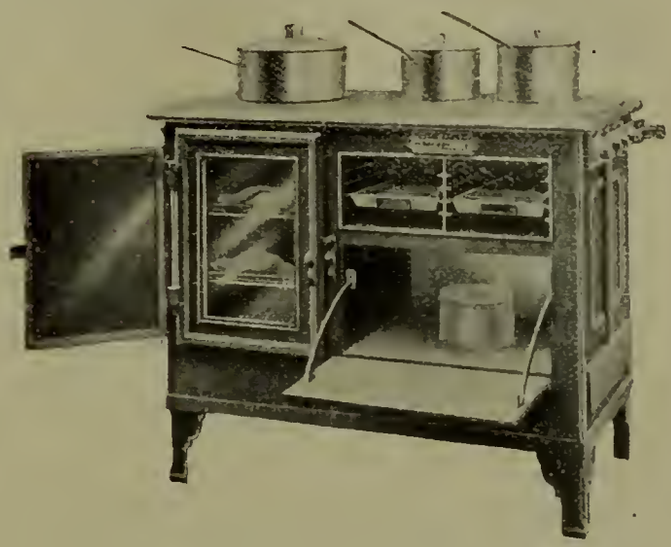


Fig. 41. — Fourneau électrique « Electroyl ».

quement que mécaniquement, chimiquement et physiquement. »

Les appareils comportent généralement un petit dispositif de protection qui les met à l'abri de toute détérioration lorsqu'ils sont insérés à vide dans le circuit électrique.

Ce dispositif consiste en un ressort de contact maintenu dans la position de fermeture par une pièce de contact que maintient contre lui un léger fusible; lorsque la température devient excessive, le fusible fond; il abandonne la pièce de contact, qui tombe et cesse d'établir la liaison électrique.

Nous ne pouvons omettre de mentionner le fourneau Bastian (fig. 41), qui, à ceux des éléments Archer qui y sont employés, réunit un certain nombre de perfectionnements de construction, ayant pour objet d'en faciliter l'entretien, d'en garantir la durée, etc., il est en fonte, émaillé blanc à l'intérieur; les éléments du fourneau sont placés à gauche et à droite, sur les faces, et ils peuvent être retirés par l'extérieur; ils sont fixés dans des plaques de briques réfractaires; ils sont portés à une température élevée, jusqu'au rouge, au besoin, et ils permettent donc de rôtir la viande comme dans un four à flamme; le réglage se fait au moyen d'interrupteurs placés sur les faces latérales ou sur un tableau séparé; l'appareil comporte, outre le fourneau, un gril et deux plaques chauffantes.

Une disposition intéressante consiste à employer ce que l'on appelle un dispositif d'insertion, un *insertion heater*.

L'*insertion heater* est un élément de chauffage convenablement agencé sur un châssis plat

rigide, portant un petit interrupteur et auquel est attaché un cordon souple servant à l'établissement des liaisons (fig. 42 et 43).

L'instrument « s'insère », c'est de là que lui vient son nom, dans une cavité plate ménagée dans le fond des ustensiles avec lesquelles il doit

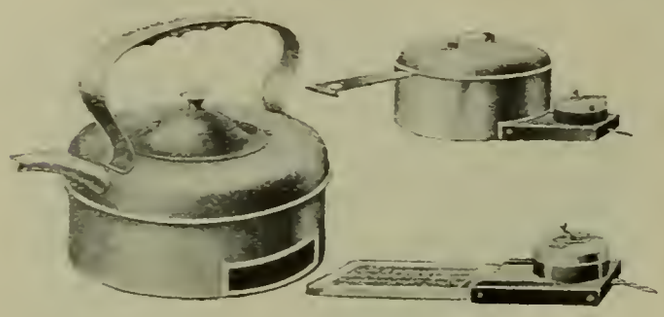


Fig. 42. — Bouilloire chauffée par un « insertion heater » système Bastian.

être employé; on peut aussi l'utiliser avec un petit support, qui se trouve ainsi transformé en plaque chauffante, ou bien en le plaçant vertical sur un socle convenable, ce qui permet de l'utiliser pour griller des tranches de pain (fig. 44).

Une autre catégorie d'appareils de chauffage électrique, représentée d'une façon très intéres-

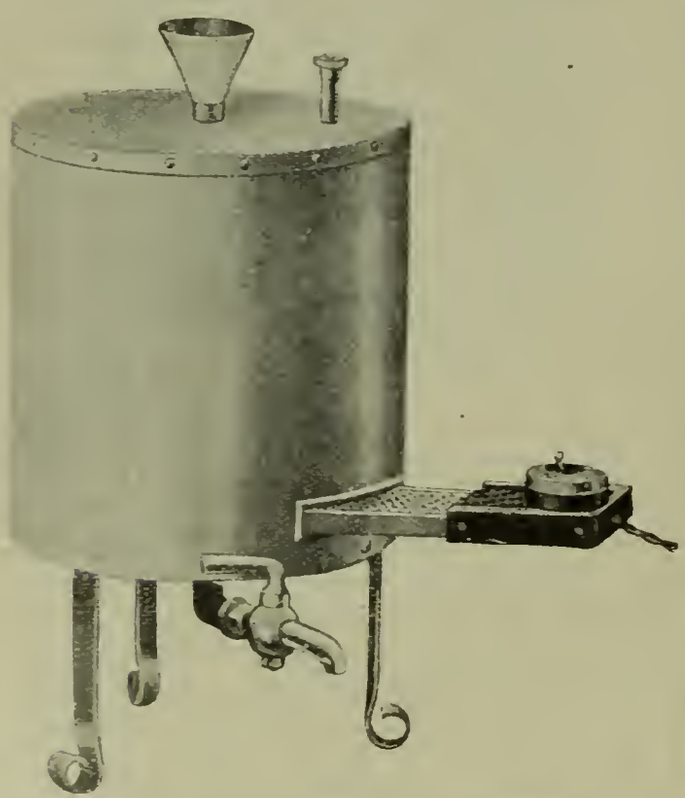


Fig. 43. — Chaudron chauffé par un « insertion heater » système Bastian.

sante à l'Exposition d'Olympia, était constituée par les fers à repasser électriques.

Il serait difficile de ne pas reconnaître la supériorité inconstestable de ces instruments, en faveur desquels on peut faire valoir une série d'avantages importants :

Ils ont comme qualité essentielle de fournir une température uniforme sur toute la face inférieure du fer, où est pratiquement localisé le chauffage; ils ne demandent aucune surveillance

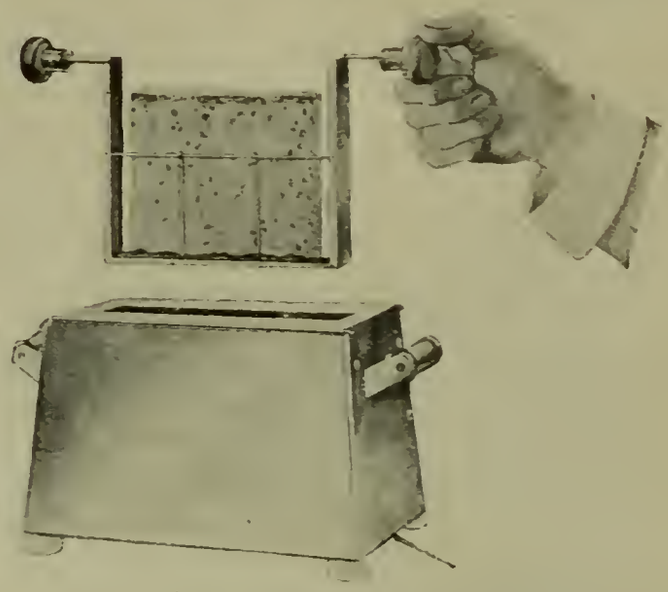


Fig. 44. — Grillade pour le pain, système Bastian.

et aucun entretien, de sorte qu'ils font réaliser une grande économie de temps et assurent le maximum de travail utile; coûtant beaucoup moins cher qu'une installation de fers à repasser à gaz, ils sont moins dangereux sous le rapport des risques d'incendie; ils ne présentent, en fait, aucun danger réel de quelque nature que ce soit.

Les fers à repasser électriques actuels sont généralement d'une grande simplicité. Ils ne

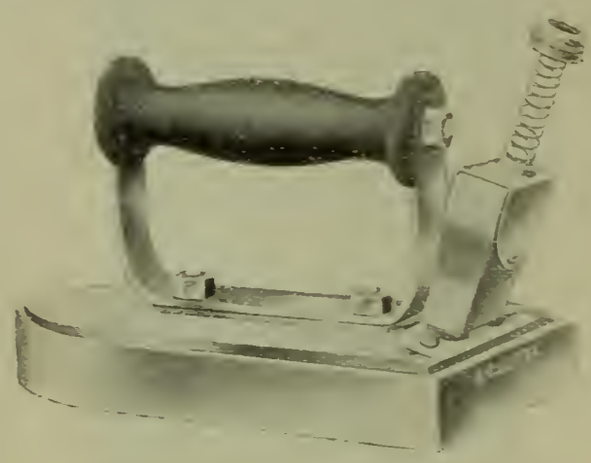


Fig. 45. — Fer à repasser « Eclipse ».

comprennent ordinairement que quelques parties : la plaque principale, servant au repassage; le bâti, recouvrant l'élément de chauffage; la poignée, fixée au moyen de deux boulons qui serrent en même temps l'une sur l'autre la plaque et le bâti; un dispositif de protection pour le câble souple de prise de courant; ce dispositif consiste très simplement en une spirale de quelques centimètres de longueur, destinée à éviter que le câble se détériore en se pliant; le plus souvent, il n'y a qu'un élément de chauffage; de même que pour

les appareils de cuisine électrique, on s'arrange pour qu'il puisse être enlevé et renouvelé aussi promptement que possible — systèmes Eclipse (fig. 45), Simplex, etc.. — ou pour le rendre suffisamment robuste, pour qu'il soit à l'abri de tout accident — système Archer —.

Quant au chauffage électrique, il était représenté par des appareils utilisant les trois méthodes de chauffage qui peuvent être employées dans les appareils électriques : le chauffage par rayonnement, le chauffage par convection et le chauffage par conduction.

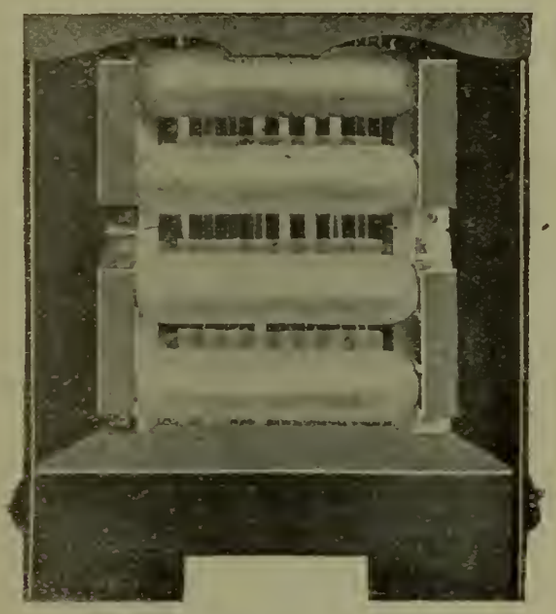


Fig. 46. — Radiateur Howard et Cousin.

Ces méthodes ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients particuliers, dont l'importance relative dépend plus ou moins des conditions à réaliser dans chaque cas à envisager.

Elles sont d'ailleurs généralement appliquées conjointement et c'est la prédominance de l'une d'entre elles sur les autres, plutôt que leur application exclusive, qui caractérise les différents types d'instruments.

Le chauffage par rayonnement, au moyen de radiateurs électriques à incandescence, dans lesquels un filament est chauffé à une température très élevée et qui produisent le chauffage à l'extérieur, par rayonnement, s'ils rencontrent des objets interceptant leurs rayons, est plus populaire que le chauffage par convection et par conduction, précisément parce que l'on éprouve mieux, d'une façon plus directe, l'effet de sa chaleur.

Il est incontestablement meilleur que les autres procédés de chauffage dans tous les cas où l'on ne se préoccupe pas de chauffer un local uniformément et d'une façon permanente, mais seulement d'obtenir temporairement un feu vif et agréable; il convient particulièrement bien pour les salles d'attentes, les salles de bain, les chambres à coucher; aussi, le principe en est-il conservé même par les constructeurs qui fabriquent de préférence d'autres appareils; on combine aussi très avantageusement des radiateurs électriques à incandescence avec des convecteurs.

Fig. 47. Elément radiateur Bastian.

La disposition la plus simple des appareils de chauffage par rayonnement consiste en une ou plusieurs grosses lampes à incandescence fonctionnant à une température moyenne (fig. 46).

Dans le système « Bastian », les éléments radiateurs (fig. 47) sont formés d'une spirale de chrome logée dans un tube protecteur de quartz; on emploie un simple tube droit, ouvert aux deux bouts et sur lequel se fixent les deux montures où aboutit la spirale (fig. 48); le quartz est employé utilement, parce qu'il est réfractaire et surtout parce qu'il est tout à fait perméable pour les rayons calorifiques; les éléments actuels se montent sur deux châssis dans lesquels ils sont pris à l'aide de bornes de serrage à ressort; les appareils ordinaires (fig. 49) comprennent 6, 12 ou 24 éléments par châssis, montés en série ou en parallèle, suivant les tensions; les tubes sont pratiquement inusables; lorsqu'il est nécessaire de les remplacer, ils se renouvellent facilement; ils fonctionnent dans des conditions telles que les fils produisent principalement des rayons rouges.

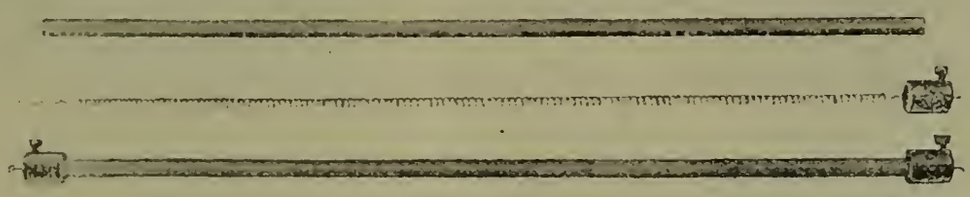


Fig. 48. — Tube de quartz, spirale et tube d'un élément de chauffage Bastian.

La figure 50 représente un autre modèle

de radiateur Bastian du type dit « Lanterne ».

Les tubes utilisés sont des tubes en sable pur fondu par le procédé électrique Bottomley.

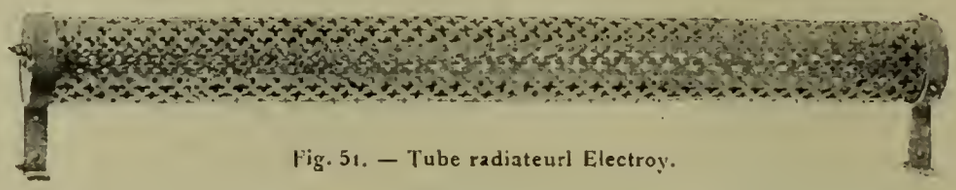


Fig. 51. — Tube radiateurl Electroy.

La figure 51 montre un tube-radiateur Electroyl pour fenêtres, parquets, sièges, etc.

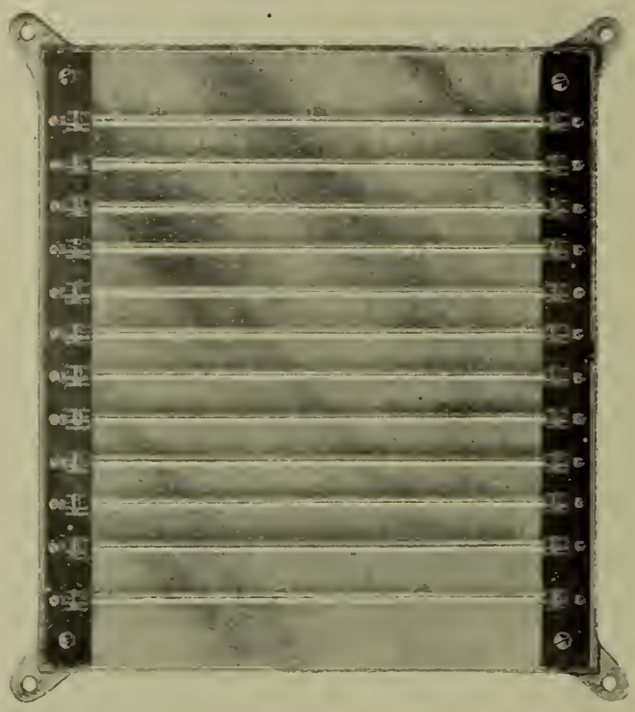


Fig 49. — Appareil de chauffage Bastian.

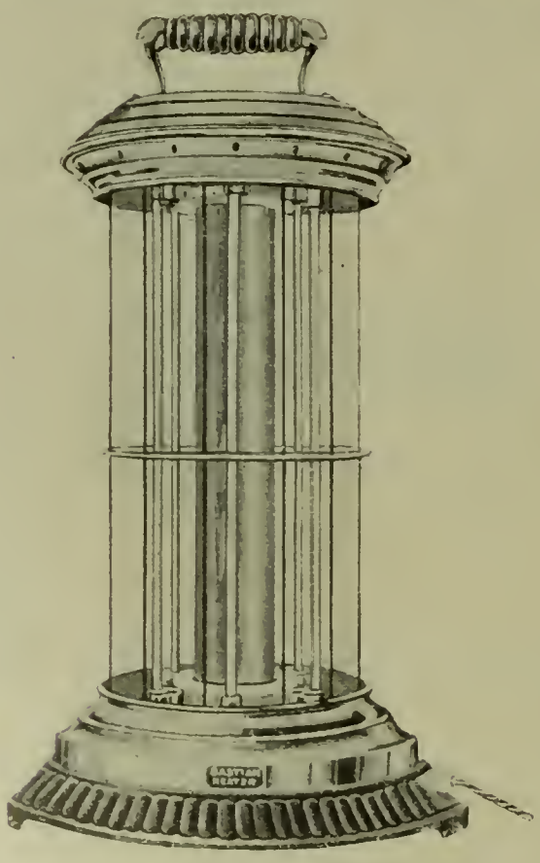


Fig. 50. — Radiateur-lanterne, système Bastian.

Le chauffage par convection est un procédé dans lequel l'air atmosphérique à échauffer est mis en contact avec des éléments de chauffage, agencés de manière à produire un tirage automatique; il peut être considéré comme un excellent procédé, à raison de ce qu'il est plus uniforme et plus régulier que le chauffage par rayonnement. Mais pour qu'il soit réellement supérieur, il faut que les éléments de chauffage ne soient portés qu'à une température relativement basse et que l'air, qui vient se chauffer au contact des éléments, circule avec une rapidité suffisante.

Les convecteurs Simplex (fig. 52), etc., qui appartiennent à ce système, sont combinés de

Fig. 52. — Convecteur électrique Simplex.

façon qu'il s'y produise un tirage d'air du bas vers le haut, en passant sur les éléments; ces derniers sont constitués par des résistances métalliques de même espèce que dans les appareils de cuisine électrique Éclipse; ils sont disposés dans l'enveloppe de convecteur, qui ne possède par lui-même qu'une capacité calorifique très faible, de sorte qu'au bout de deux minutes de fonctionnement l'appareil a atteint son état d'équilibre normal.

Le convecteur est très simple, très compact, extrêmement léger.

D'un autre côté, comme la température à laquelle il est porté est modérée, l'appareil ne mo-

difie pas sensiblement la teneur en humidité de l'atmosphère, d'une façon aussi préjudiciable que cela a lieu avec d'autres appareils, ceux à gaz et à la vapeur particulièrement.

D'après les constructeurs, la dépense qu'il faut prévoir pour le chauffage au moyen des convecteurs, pour une chambre de 4,5 m × 4,5 m × 3 m doit être évaluée à 7,5 centimes par heure, en moyenne, en supposant le courant électrique vendu 0,10 fr le kilowatt-heure; on doit effectivement employer pour un tel local un appareil de 1500 watts, que l'on fait fonctionner pendant 1 heure à la température maximum, puis pendant le reste du temps à une température inférieure, avec une consommation moyenne de 500 watts.

Les appareils à conduction se distinguent de ceux à convection en ce que la transmission de la chaleur au milieu ambiant s'y effectue directement et simplement par contact.

Ce sont, en somme, des instruments à convection, mais où la surface de contact est grande et qui fonctionne avec une température moindre; cette particularité est importante en ce que l'air

Fig. 53. — Appareil Electroyl avec prise d'air frais

étant moins surchauffé qu'avec les instruments à convection, on évite dans une certaine mesure la combustion des éléments organiques de l'air et supprime les mauvaises odeurs dues à la carbonisation de ces parties.

Au point de vue des échanges thermiques, ils tiennent en quelque sorte des radiateurs à vapeur auxquels nous sommes accoutumés et cette similitude leur est souvent une recommandation assez efficace.

Les appareils à conduction sont avantageusement installés sous les fenêtres, au point d'entrée d'une bouche d'aérage; ils constituent alors un excellent dispositif de chauffage et de ventilation et qui est précieux pour les grandes villes, où l'on se trouve obligé, par le bruit et la poussière, de tenir les fenêtres fermées plus qu'il ne le fau-

Fig. 54. — Radiateur Electroyl avec prise d'air frais.

drait. Tous ceux qui occupent des locaux situés dans une artère où la circulation est active savent combien est désagréable, en temps sec, le dépôt abondant de poussière qui se forme sur tous les objets, dès que les fenêtres sont ouvertes pendant quelques instants; ils n'ignorent pas non plus la fatigue qu'occasionne le bruit de la rue, arrivant jusqu'aux habitants; des expériences ont montré que cette fatigue traduit une dépression nerveuse caractérisée.

L'installation des radiateurs à conduction pour le chauffage de l'air frais est très simple; les appareils sont contrôlés à distance, au moyen d'interrupteurs placés dans la position la mieux appropriée; un simple tuyau ou un trou dans le mur sert à l'entrée de l'air; on y relie la tuyauterie dont le radiateur est muni; la température est réglée au moyen de l'interrupteur; on donne généralement la température maximum pendant une heure ou deux, après on peut se contenter d'un tiers de l'énergie, pour maintenir la température atteinte.

Les appareils comprennent, indépendamment de l'élément de chauffage avec son enveloppe, un registre régulateur pour l'admission de l'air, une toile métallique servant de filtre et un régu-

lateur intérieur; on les construit de façon que la partie inférieure puisse en être ouverte facilement en vue du nettoyage.

La figure 53 représente un appareil Electroyl avec prise d'air frais et la figure 54 un radiateur pour le même usage.

Il est souvent désirable de combiner les deux procédés de chauffage, le chauffage direct par rayonnement et le chauffage indirect, par conduction et par convection; ce desideratum est aisément satisfait avec les différents types de radiateurs, grâce à ce que les éléments de chauffage sont de dimensions restreintes.

L'air chauffé des locaux fermés ne contient habituellement qu'une proportion de 10 0 0 approximativement d'humidité, alors qu'il serait désirable, pour des raisons hygiéniques, que la teneur fût de 50 0 0; on peut économiquement rétablir la proportion normale utile en recourant à l'emploi d'humidificateurs; il existe différents espèces d'appareils de ce genre; les uns fonctionnent simplement comme atomiseurs et comprennent essentiellement un petit ventilateur de construction appropriée; les autres sont basés sur l'évaporation de l'eau par la capillarité et la chaleur.

Les humidificateurs de cette espèce se composent d'un bassin d'évaporation dans lequel est suspendu un diaphragme perméable en amiante, qui agit par capillarité pour absorber l'eau et augmenter la surface d'évaporation; dans la partie supérieure se trouve un ventilateur qui aspire de l'air à l'extérieur et le refoule sur le diaphragme; en passant sur celui-ci, l'air se purifie, se débarrasse de la poussière, de la fumée et des autres impuretés; un élément de chauffage contenu dans la partie inférieure accélère la production de la vapeur et échauffe l'air à son passage dans l'appareil.

Ces appareils sont établis de manière que les parties en soient accessibles autant que possible; on peut les employer pour parfumer l'air ou le désinfecter, en ajoutant à l'eau des parfums ou des antiseptiques convenables.

Aux appareils de chauffage nous rattacherons les chauffe-eau, qui étaient représentés à l'Olympia Exhibition notamment par le système Therol, l'un des meilleurs qui existent d'ailleurs.

Cet instrument consiste en un accumulateur calorifique et c'est l'énergie qui y est accumulée qui produit le chauffage de l'eau, soit en grande, soit en petite quantité, tandis que la puissance électrique absorbée reste constante; dans ces conditions, le courant pris par l'appareil est relativement peu intense.

Les plus petits appareils absorbent une puissance permanente de 50 watts; ils peuvent fournir une trentaine de litres d'eau chaude par vingt-quatre heures; de gros appareils consommant 900 watts sont à même de donner 600 litres; l'élévation de température de l'eau à la sortie, comparativement à l'eau à l'entrée, est de 35 degrés centigrades environ; si l'on se contente d'une température moindre, la quantité d'eau que l'on peut prélever est plus grande.

MARCHAND.

Congrès international des applications électriques.

(TURIN, 10-17 SEPTEMBRE 1911)

(Suite) (1).

LA TÉLÉPHONIE SANS FIL,
PAR Waldemar Poulsen.

Le rapport de M. Poulsen expose l'état actuel de la téléphonie sans fil basée sur l'application des ondes électromagnétiques. Cette méthode est déjà très appliquée et possède, par ses principes fondamentaux, toutes les chances voulues pour obtenir une importance de plus en plus grande.

Pour produire les ondes entretenues employées dans la téléphonie sans fil, on a surtout utilisé l'arc à hydrogène disposé de différentes manières. Les oscillateurs mécaniques à haute fréquence qu'on a construit jusqu'à présent sont assez coûteux et ils n'ont trouvé qu'un emploi restreint dans la téléphonie sans fil; il est peu probable que leur emploi s'étende dans l'avenir.

M. Poulsen étudie ensuite la puissance active des microphones et il estime que des progrès importants dans la construction de ces appareils ne pourront se réaliser, tant que l'on ne s'engagera pas dans des voies nouvelles, comme l'a fait

(1) Voir l'*Électricien*, tome XLII, 2e semestre 1911, pages 228, 241, 262, 278, 296, 313, 326, 341, 393, 406 et 421 et n° 1097, 6 janvier 1912, p. 8 et n° 1101, 3 février 1912, p. 70.

M. Majorana en réalisant son microphone à jet liquide.

En ce qui concerne les dispositifs de transmission, le rapporteur dit que l'effet du transmetteur consiste principalement en deux phénomènes : les variations de la résistance du microphone, produites sous l'influence des vibrations de la voix, amènent, en premier lieu, des variations de la puissance radiée et modifient éventuellement, en second lieu, la longueur d'onde au poste transmetteur. Le premier de ces effets se produit toujours et, dans le cas où l'on aurait employé des oscillateurs mécaniques, il est le seul; en utilisant des arcs à hydrogène, le second effet se produit à un degré plus ou moins élevé. Il reste encore à faire des recherches approfondies sur cette question.

Quant aux dispositifs de réception, c'est uniquement l'intensité du son au poste récepteur qui détermine la plus grande distance à laquelle la conversation peut avoir lieu. Le timbre de la voix reste le même, n importe à quelle distance, contrairement à ce qui se passe dans la téléphonie par fil où le timbre de la voix est souvent altéré par la transmission. Il est donc simple de se servir de relais (celui de Brown qui semble présenter de grands avantages) et il est certain que l'emploi de tels relais contribuera beaucoup à élargir le domaine pratique de la téléphonie sans fil.

Dans la téléphonie ordinaire, les organes transmetteur et récepteur sont constamment reliés au circuit. Une disposition analogue ne peut être établie facilement en téléphonie sans fil, parce que le son émis dans le transmetteur d'un poste produirait un effet si considérable dans le récepteur du même poste qu'il serait impossible de discerner les paroles, bien plus faibles, transmises par l'autre poste. C'est pour cela que jusqu'à présent, les installations faites ne permettent, en général, la conversation que dans une seule direction à la fois et qu'il n'est possible de parler dans la direction opposée qu'après avoir remplacé, dans l'un des postes, les organes récepteurs par les organes transmetteurs et réciproquement dans l'autre poste.

Les distances auxquelles il est possible de téléphoner distinctement dépendent naturellement beaucoup de l'installation des stations. Avec des postes bien organisés, de grandeur moyenne, on peut compter sur une communication sûre à des distances de 100 à 200 km.

(1) Voir la description du relais Brown, *Electricien*, 1910, tome XL, page 36.

*
* *

LES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES AUTOMATIQUES ET SEMI-AUTOMATIQUES DANS LEURS RAPPORTS AVEC L'ÉCONOMIE ET LE PERFECTIONNEMENT DES COMMUNICATIONS DANS LES GRANDES VILLES, PAR H. Milon.

Après avoir donné une description sommaire des divers systèmes de commutation, le rapporteur expose dans leurs grandes lignes le système manuel, les systèmes automatiques, les systèmes semi-automatiques et quelques autres combinaisons.

Il aborde ensuite la discussion et la comparaison des divers systèmes au point de vue du perfectionnement des communications et au point de vue économique et il conclut en disant qu'au point de vue économique, l'automatique est nettement supérieur au manuel dans les réseaux moyens et grands; le semi-automatique l'est également dans les grands réseaux, mais dans les réseaux moyens, sa supériorité dépendra de la façon dont le plan pourra en être établi.

Au point de vue de la qualité du service fourni aux abonnés, les avis sont partagés; mais il est à prévoir que les difficultés d'ordre mécanique seront résolues peu à peu, que les mécanismes se simplifieront et se perfectionneront, tandis que les difficultés de recrutement des opératrices iront en augmentant. Il est donc à peu près certain que l'avenir consacrera définitivement l'introduction de l'automatisme dans les manœuvres de la commutation téléphonique.

*
* *

SUR LE SECRET DES COMMUNICATIONS SANS FIL, PAR P.-O. Pedersen.

Pour établir une communication plus ou moins secrète, on a appliqué plu ieurs méthodes et on a proposé l'application d'autres.

Le rapporteur donne une explication sommaire des méthodes suivantes :

I. Méthode de la résonance.

a) Résonance électrique;

b) Résonance mécanique;

II. Application de la télégraphie par ondes dirigées.

III. Emploi de séries déterminées de trains d'ondes (système Bull).

IV. Emploi des chiffres ou de la cryptographie.

V. Application d'appareils mécaniques, intercalés dans le transmettenr où ils transcrivent automatiquement le télégramme en caractères secrets et dans les récepteurs, où ils remettent la

dépêche reçue en caractères ordinaires (système Hovland).

VI Emploi de la télégraphie à grande vitesse.

*
* *

DÉFINITION DU RENDEMENT PRATIQUE D'UN APPAREIL DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL, PAR **J. Erskine-Murray**.

L'auteur classe le rendement de toute espèce de communication sous quatre aspects différents :

a) rendement commercial;

b) rendement télégraphique:

c) rendement en action;

d) rendement en énergie.

L'auteur ajoute que seul le dernier a été étudié jusqu'à présent.

Les définitions qu'il donne de ces divers rendements constituent une analyse concise du problème tout entier et forment la maquette qui pourra servir de guide à ceux que cette question intéresse.

*
* *

LE COMPAS AZIMUTAL HERTZIEN, PAR **E. Bellini**.

Le nom un peu compliqué mis en tête de cette communication n'est peut-être pas très exact quand on l'analyse, mais présente l'avantage d'être dans le langage ordinaire et courant de la navigation.

Quoique le mot « Compas » semble indiquer un appareil dont une partie tend toujours à assumer une direction fixe dans l'espace, comme, par exemple, le « Compas magnétique », toutefois, dans le cas actuel, il n'y a rien de semblable.

A bord des bateaux existe un appareil optique qu'on appelle « Compas azimutal » ou « Taximètre », espèce de goniomètre ordinaire, à lunette ou à fentes et fils, qui sert à déterminer l'angle qu'un point de l'horizon forme avec l'axe du bateau.

Si à l'aide de cet appareil on relève en même temps deux ou plusieurs points connus de la côte, on peut déterminer la position du bateau, on peut *faire le point*, comme on dit en langage maritime.

On peut aussi atteindre le même but en observant un seul point de la côte, mais en faisant deux déterminations d'angles, à un certain intervalle de temps, et en observant en même temps la route du bateau et la vitesse. On obtient ainsi tous les éléments pour faire le point.

Il est toujours utile pour la navigation de faire le point et, souvent, il est même indispensable. Mais c'est surtout en temps de brume que cette opération serait d'une utilité immense. C'est justement dans ce cas que la méthode ordinaire vient à manquer. Le taximètre ordinaire étant optique ne peut évidemment pas être employé en temps de brume. Tout le monde sait qu'en temps de brouillard la navigation est aujourd'hui réduite aux expédients.

Le « Compas azimutal hertzien » est l'application aux bateaux du *radiogoniomètre de réception* Bellini-Tosi. Voici en deux mots le principe de cet appareil.

Supposons deux aériens dirigeables égaux et perpendiculaires $\left(\text{on pourrait en employer } n \text{ en faisant entre eux l'angle } \frac{\pi}{n}\right)$. Comme aériens on emploie les aériens Brown-Blondel formés par deux parties égales, symétriques par rapport à la verticale, reliées entre elles à leur partie inférieure et complètement isolées de la terre. Cet aérien est parcouru par un courant à haute fréquence, quand il est placé dans un champ électromagnétique; l'intensité de ce courant a la valeur

$$i = I_0 \cos \varphi$$

où φ représente l'angle que la direction du poste transmetteur forme avec le plan de l'aérien dirigeable. Cette formule est pratiquement exacte tant que la largeur de l'aérien ne dépasse pas $\frac{1}{6}$ de la longueur d'onde du champ électromagnétique, ce qui représente, en général, le cas qui nous intéresse. Dans le cas général, cette intensité a la valeur

$$i = 2 I_1 \cos mt \sin \frac{\pi d \cos \varphi}{\lambda}$$

où d est la distance entre les deux antennes et λ est la longueur d'onde.

Supposons maintenant deux bobines égales et perpendiculaires, croisées comme deux méridiens de la terre, reliées respectivement à chacun de deux aériens dirigeables qui sont, eux aussi, égaux, perpendiculaires et croisés. Un poste transmetteur engendrera, par conséquent, dans ces aériens et dans les bobines, insérées dans leurs points du milieu, des courants oscillatoires de la même fréquence et de la même phase (ou de phases opposées, ce qui revient au même), mais dont les intensités dépendent de la direction du poste transmetteur.

Dans le cas où la largeur de l'aérien ne dépasse pas 1/6 de la longueur d'onde, il est facile de voir que le champ magnétique résultant, au centre commun des deux bobines, a une intensité indépendante de la direction du poste transmetteur

et, au contraire, une direction dépendante de l'orientation dudit poste. En faisant coïncider les plans des aériens avec ceux des bobines respectives, la direction du champ magnétique résultant sera toujours perpendiculaire à celle du poste transmetteur. Si, alors, on explore le champ à l'intérieur de deux bobines fixes, à l'aide d'une troisième bobine de petites dimensions, et convenablement reliée à un détecteur et à un téléphone, on trouvera évidemment que l'intensité de la réception sera maximum quand l'axe de cette petite bobine coïncidera avec la direction du champ magnétique résultant.

Quand la largeur de l'aérien dépasse 1/6 de la longueur d'onde, il faut apporter aux indications de l'appareil une correction, facilement calculable dans tous les cas, et qui ne dépasse pas en pratique quelques degrés.

Voilà dans ses grandes lignes le principe du « compas azimutal hertzien ».

Dans l'appareil effectif, au lieu d'une petite bobine mobile intérieure, qui donnerait une sensibilité très réduite, on emploie une grande bobine cylindrique, enroulée d'une façon spéciale, c'est-à-dire formant une nappe cylindrique, afin que le coefficient d'induction mutuelle entre elle et chacune des bobines fixes varie d'après la loi sinusoïdale. Un commutateur à plots permet de faire varier le nombre des spires des bobines fixes, dans le but de les accorder à la longueur d'onde à recevoir. Les spires de la bobine mobile sont invariables; l'accord du secondaire se fait en modifiant la capacité des condensateurs insérés dans le circuit secondaire. Le détecteur employé est un détecteur à cristaux. L'appareil est pourvu d'un index et d'un cadran.

Il est connu que le brouillard n'empêche pas les communications sans fil. Par conséquent, l'appareil peut rendre, en temps de brouillard, les mêmes services que rend le « compas azimutal » ou « taximètre » optique par beau temps.

Le « compas » peut être employé de deux façons différentes qui peuvent, dans quelques cas, se compléter. On peut installer le « compas » dans un poste côtier, lequel peut alors déterminer la direction d'un poste de bateau. Sur la demande d'un bateau, le poste côtier peut faire le relèvement et le transmettre au bateau qui, dans ce cas, doit être pourvu d'un système ordinaire de télégraphie sans fil. Cette méthode présente l'inconvénient que les relèvements ne sont pas pris par le commandant ou par les officiers du bateau, qui sont les plus intéressés à obtenir une grande exactitude.

Mais la façon la plus pratique est celle d'employer le « compas » à bord, tout à fait comme l'appareil optique correspondant. Dans ce cas, le commandant ou les officiers du bord peuvent faire eux-mêmes leurs observations.

L'installation des aériens sur un bateau représente un problème différent pour chaque bateau. En tous cas, ils se présentent toujours sous la forme d'une pyramide à base carrée, dont les arêtes aboutissent à bâbord et à tribord. Deux arêtes opposées forment un aérien dirigeable et sont reliées à une des bobines du « compas ». Les arêtes sont constituées par plusieurs fils en parallèle, sous forme de harpe, de cylindre ou analogues.

La détermination de la direction d'un poste est très facile; la première fois que l'on s'y exerce, on arrive immédiatement à obtenir une bonne exactitude. Mais il faut procéder de la manière suivante :

La réception d'un signal avec le « compas » et, en général, avec tous les système de télégraphie sans fil par ondes dirigées, a lieu dans une certaine zone angulaire, dont les dimensions dépendent de plusieurs facteurs.

Le maximum de réception est flou et incertain. Si on voulait déterminer la direction d'un poste transmetteur en déterminant directement la direction d'intensité maximum, la détermination serait peu exacte.

Pour obtenir une grande exactitude, il faut déterminer les diamètres extrêmes séparant les zones de réception de celles qui sont nulles. Pour cela, il suffit de tourner lentement d'un côté et de l'autre le bouton du « compas » qui commande la bobine mobile, jusqu'à ne plus recevoir.

Le passage de la réception à la non-réception est net; cela est probablement dû à une propriété du détecteur ou du téléphone qui cesse brusquement de fonctionner dès que l'énergie tombe au dessous d'une certaine valeur. Il est certain que la détermination de ces deux directions est facile et que la direction moyenne donne la direction du poste transmetteur avec grande exactitude.

Les premières expériences de ce « compas » se confondant avec celles du système de télégraphie sans fil, eurent lieu à Dieppe et au Havre où le gouvernement français avait bien voulu permettre d'y installer des postes d'essai.

L'essai fait avec le contretorpilleur *la Bombarde*, que le ministre de la marine français avait fait exprès naviguer tout le long des côtes anglaises de la Manche, a donné les résultats suivants :

Observation Numéros	Relèvements pris au compas	Relèvements déduits de la route du bateau	Différences
1	Nord 48° Ouest	Nord 43° Ouest	+ 5°
2	N. 39° O.	N. 36° O.	+ 3°
3	N. 33° O.	N. 27° O.	+ 6°
4	N. 24° O.	N. 19° O.	+ 5°
5	N. 9° O.	N. 3° O.	+ 6°
6	N. 9° E.	N. 4° E.	+ 5°
7	N. 9° E.	N. 4° E.	+ 5°
8	N. 13° O.	N. 6° O.	+ 7°
9	N. 34° O.	N. 27° O.	+ 7°
10	N. 46° O.	N. 42° O.	+ 4°
11	N. 60° O.	N. 59° O.	+ 1°

On remarquera que toutes les erreurs sont positives, ce qui a été reconnu être dû à un mauvais calage de l'index. Les résultats furent évidemment encourageants.

Ensuite, le ministère français des postes et télégraphes ayant installé à Boulogne-sur-Mer un poste de télégraphie sans fil du système Bellini-Tosi, le ministère de la marine français voulut encore procéder à d'autres essais, cette fois sur une plus grande échelle. Le cuirassé *Bouvines* croisa dans la Manche et dans la mer du Nord. Le lieutenant de vaisseau Jeance et les inventeurs relevaient périodiquement le bateau. D'après les résultats de ces essais, l'erreur moyenne était de 2°. Cette erreur est la somme de celles faites par les observateurs et de celles, inévitables, dues aux observations optiques faites par le bateau pour faire son point.

Tous ces essais étaient faits dans des postes côtiers qui relevaient la direction du bateau. Mais la marine française voulut faire aussi l'essai inverse, c'est-à-dire installer le « compas » sur un bateau et relever du bateau un poste côtier. Ces essais eurent lieu en rade de Brest; le bateau employé était le cuirassé *Carnot*; les postes côtiers qu'on relevait étaient ceux de Brest-Kerlaër et du cuirassé *Bouvet*. Dans les nombreux essais effectués, l'erreur moyenne était de 2°.

Ce « compas » a été installé sur les deux grands transatlantiques *la Provence* et *l'Espagne*, de la Compagnie générale transatlantique. Les appareils fonctionnent parfaitement, mais les commandants de ces bateaux se plaignent de ne pas avoir assez de postes à relever.

Le gouvernement français, soucieux à bon droit des intérêts du commerce et de la marine, a décidé de commencer à installer trois radiophares, c'est-à-dire trois postes spéciaux de télégraphie sans fil, destinés à fonctionner en temps de brouillard, deux à l'entrée du port de Brest et un sur un bateau-phare au large du port du Havre.

Les caractéristiques de ces radiophares furent fixées par M. Blondel avec sa compétence bien connue. Il est intéressant de les citer, car elles montrent clairement qu'on a voulu atteindre les buts suivants :

1° Ne pas gêner les postes de télégraphie sans fil ordinaires;

2° Rendre le fonctionnement indépendant de la volonté d'un individu;

3° Rendre possible à tout le monde de lire le nom du radiophare;

4° Rendre la portée du « compas » la plus grande possible;

5° Rendre plus facile la reconnaissance d'un radiophare, en donnant à chaque radiophare une note acoustique caractéristique.

Phare de Creach d'Ouessant : un signal de brume comportant l'émission régulière toutes les trente secondes de signaux produisant dans le téléphone la note ut_4 (522 vibrations doubles par seconde) et rythmés de manière à répéter, pendant dix secondes au moins, à faible vitesse la lettre *O* de l'alphabet Morse. Longueur d'onde : 80 m.

Phare de l'île de Sein. Note sol_3 (783 vibrations doubles par seconde). — Lettre émise : *S*.

Bateau-feu : Le Havre : ut_4. — Lettre émise : *H*.

La portée du radiocompas à terre peut atteindre les portées ordinaires de la télégraphie sans fil. Mais à bord, la largeur des aériens étant limitée par la largeur du bateau, il s'ensuit qu'en employant les longueurs d'onde habituelles de la télégraphie sans fil on ne peut pas atteindre des grandes portées.

La théorie en effet démontre que l'intensité du courant qui parcourt un aérien dirigeable, formé par deux antennes verticales, disposées à la distance *d*, est proportionnelle à

$$\sin \frac{\pi d \cos \varphi}{\lambda}$$

où φ est l'angle que la direction du poste transmetteur forme avec le plan vertical contenant les deux antennes, et λ est la longueur d'onde.

Le maximum est atteint pour $\frac{d}{\lambda} = \frac{1}{2}$.

Si le rapport $\frac{d}{\lambda}$ est très petit, l'intensité de réception devient négligeable; la réception ne peut pas avoir lieu.

La pratique a confirmé les données de la théo-

rie. En effet, le radiocompas à bord ne peut pas recevoir les grandes longueurs d'onde de milliers de mètres, sauf à être à quelques mètres seulement du poste. La portée augmente au fur et à mesure que la longueur d'onde diminue. Elle atteint déjà une vingtaine de milles pour les longueurs d'onde de 600 m. La longueur d'onde de 300 m a permis de fixer la direction du poste jusqu'à 50 milles environ.

La longueur d'onde de 80 m fixée par le Gouvernement français pour ses radiophares présente donc l'avantage d'assurer une grande portée et de ne pas gêner les postes ordinaires de télégraphie sans fil, dont la longueur d'onde ne descend pas au-dessous de 300 m.

Il est évident que le « compas azimutal hertzien » peut être employé pour éviter les collisions entre bateaux en temps de brume. Il suffit pour cela de réunir sur le même bateau le radiocompas et le radiophare et de faire fonctionner alternativement l'un et l'autre. De cette manière, un bateau peut en relever un autre et en être relevé. Par conséquent le commandant peut prendre toutes les mesures pour éviter une catastrophe.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ACCUMULATEURS

Une grande batterie d'accumulateurs pour station centrale.

L'*Electrical World* signale la récente installation, dans une sous station des usines électriques de Baltimore (Etats-Unis), d'une batterie d'accumulateurs pesant plus de 600 tonnes et qui serait la plus grande du monde. Cette batterie n'est destinée à fonctionner que lorsque les deux usines génératrices se trouveront simultanément hors de service; elle doit alors assurer toute l'alimentation. Elle a coûté plus de 2 millions de fr, y compris les frais de montage. Cette batterie comporte 20 216 plaques, du poids de 303 tonnes, contenues dans des bacs pesant au total 72 tonnes, avec 138 tonnes d'électrolyte, 18 tonnes de plaques de verre, 6 tonnes de réducteurs et 9 tonnes d'isolateurs en porcelaine. Le reste de l'installation comprend de grands tableaux de distribution, 14 tonnes de connexions en cuivre et les appareils de manœuvre pour la charge et la décharge. — G.

CANALISATIONS

Suppression des vibrations des fils électriques.

On lit dans l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* que l'on emploie avec succès, à Dresde, pour supprimer les vibrations des fils électriques et les bruits importuns qui en résultent, un amortisseur dit à béton. Cet amortisseur consiste en deux demi-cylindres massifs en béton, portant à leurs surfaces intérieures respectives une rainure destinée à loger le fil électrique. Les mêmes surfaces intérieures reçoivent une couche de ciment délayé et, une fois le fil électrique inséré dans la rainure, on les applique l'une contre l'autre; ensuite, on lie ensemble les deux demi-cylindres par un fil métallique extérieur. Cet amortisseur intercepterait complètement les oscillations transversales des fils suspendus en l'air : aussi, l'Administration allemande des télégraphes aurait-elle prescrit son essai sur une grande échelle, en vue de son adoption définitive si les résultats obtenus sont jugés satisfaisants. — G.

COMMANDE ÉLECTRIQUE

Un pont-levis électriquement actionné.

L'*Electrical World* signale un pont levis électriquement actionné, d'une portée de 130 m et d'un poids de 780 tonnes, qui a été installé à Kansas City, sur le Missouri, pour permettre le libre passage des grands bateaux à vapeur. Le pont en question a deux plateformes : la plus basse porte les voies du chemin de fer et elle peut être relevée contre la plateforme supérieure au moyen de câbles en acier pourvus de contrepoids. L'étage du bas est partagé en 14 sections et il peut recevoir un mouvement vertical de 14 m. Les mouvements d'ascension et de descente sont donnés par deux moteurs de grue de la compagnie Westinghouse, qui fonctionnent avec du courant continu sous 550 volts et qui sont montés à chaque extrémité du pont. Chacun des deux moteurs peut assurer, à lui seul, toute la manœuvre du pont. Les 32 contrepoids en béton pèsent chacun 25 tonnes. Ces moteurs sont pourvus de freins magnétiques que l'ouverture du circuit du moteur fait entrer en activité. Pour maintenir le pont-levis dans la position définitive qu'on veut lui donner, on dispose de verrouillages actionnés, au moyen de tiges et de manivelles,

par un moteur spécial de 15 ch. A tout moment, la position occupée par le pont-levis se trouve indiquée par des lampes-signaux disposées dans la cabine à partir de laquelle s'opère la manœuvre d'un des moteurs. — G.

DYNAMOS

Dynamo d'éclairage « Magician » pour véhicule automobile.

Un nouveau procédé d'éclairage électrique pour véhicule automobile est mis sur le marché depuis quelque temps en Angleterre, sous le nom de système « Magician ».

Ce procédé est destiné à assurer la charge automatique de la batterie alimentant les lampes du véhicule au moyen d'une dynamo entraînée par le moteur tout en conservant aux bornes une tension constante et indépendante de la vitesse; c'est donc, en principe, une simplification des procédés d'éclairage appliquée pour les chemins de fer.

L'organe essentiel de l'équipement est le dispositif automatique qui relie la dynamo à la batterie, lorsque la vitesse atteint une valeur déterminée et coupe la liaison dès que cette vitesse cesse d'être atteinte.

Le dispositif dont il s'agit est constitué par la dynamo même : dès que celle-ci arrive à la vitesse voulue, la carcasse tourne sur son axe et établit le circuit entre la batterie et la dynamo, en passant sur deux petits galets de contact en argent.

La dynamo est accouplée au moteur, soit par frottement sur le volant, soit par courroie ou engrenage; c'est une petite dynamo pourvue de paliers à billes; le courant d'excitation est fourni par l'intermédiaire de crayons de charbon, qui règlent automatiquement le débit. — H. M

ÉLECTROCHIMIE

Obtention du strontium métallique par électrolyse.

Suivant l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, un inventeur américain, M. Ben L. Glasrock, a obtenu du strontium métallique par l'électrolyse du chlorure de strontium fondu. Il a employé, à cet effet, un récipient semi-sphérique en fonte ayant une épaisseur de paroi de 0,6 cm avec 25 cm de diamètre, qui remplissait en même temps le rôle de cathode; l'anode, elle, était formée d'une pièce de charbon de 8 × 8 cm de section carrée. Le courant utilisé était de 125 ampères sous 40 volts. Le métal obtenu a le brillant de l'argent, mais il ne tarde pas à jaunir une fois exposé à l'air; il présente une densité de 2,55 avec un degré de pureté de 97 à 98,5 0/0. — G.

ÉLECTROTHERMIE

Un appareil électrique de vulcanisation.

La maison C. Schniewindt, de Neuenrade (Wetsphalie), vient de mettre sur le marché un appareil électrique de vulcanisation à propos duquel l'*Elektrotechnische Anzeiger* donne la figure (fig. 55) et les détails suivants :

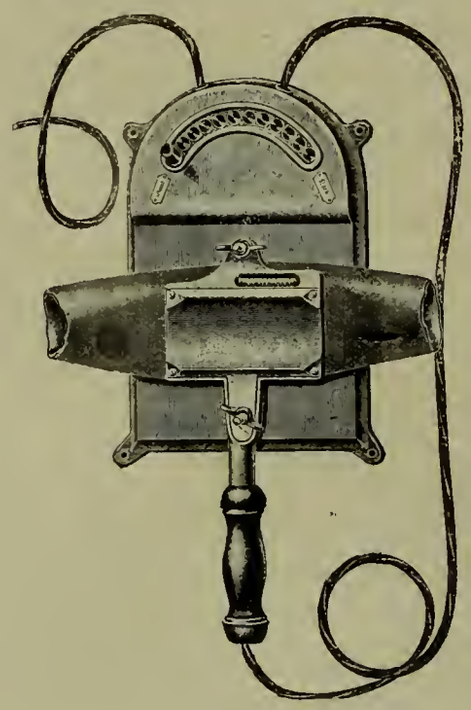


Fig. 55.

Cet appareil consiste en un radiateur électrique qui est pourvu d'une poignée et dont on règle à volonté la température. Le régulateur utilisé est logé dans une boîte en aluminium, laquelle, en raison de son poids minime et de sa grande stabilité, rend l'appareil transportable. Un thermomètre, monté directement dans le radiateur, permet le contrôle exact de la température et demeure insensible aux chocs et ébranlements; son échelle, visible dans une rainure, rend les lectures toujours faciles. De plus, le même thermomètre peut supporter un échauffement excessif sans s'avarier; d'ailleurs, il est facilement remplaçable. Le régulateur permet toujours une vulcanisation durable, car on peut fixer la température et la maintenir au degré requis. L'appareil précité, qui a une consommation de 200 watts, peut se monter sur un fil quelconque d'éclairage, en place d'une lampe à incandescence. — G.

INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

L'industrie électrique des Etats Unis en 1909.

L'*Electrical Review* analyse comme il suit le rapport préliminaire du bureau de recensement de Washington sur la production des Etats-Unis, en machines et appareils électriques, durant la campagne de 1909 :

Le rapport en question contient un tableau fournissant des données statistiques semblables pour 1904 et 1899.

En matière de dynamos, les chiffres de 1909 montrent une augmentation de moitié sur ceux de 1899 et une augmentation d'environ 7 0/0 sur 1904. Pourtant la valeur de ces machines n'a augmenté que de 52 350 000 fr (1899) à 55 400 000 fr pour 1909.

Les moteurs, au nombre de 159 780 en 1899, ont atteint en 1909, le chiffre de 504 730 unités, en même temps que les valeurs respectives, pour les deux années, ont été de 399 450 000 fr et de 1 261 825 000 fr. La moyenne de puissance a diminué : elle a été de 6,7 ch en 1909 contre 14,5 ch en 1899. Les moteurs pour automobiles, quoique plus nombreux dans la mesure de 1000 unités que ceux construits en 1904, demeurent un peu au-dessous du chiffre relevé pour 1899 (3017 unités).

Quant aux moteurs de traction, y compris les moteurs pour l'actionnement des ascenseurs et divers autres appareils, les ventilateurs exceptés, ils présentent sur 1899, y compris les pièces détachées, une augmentation en nombre de plus du double, bien que l'augmentation en valeur ne soit, pour 1909, que de 3 0/0.

Les batteries d'accumulateurs n'ont pas été comptées séparément en 1899 ; on constate que le poids des plaques s'est élevé de 7,2 millions de kg en 1904 à 10,4 millions de kg en 1909. Quant à leur valeur, elle a été de 12 800 000 fr en 1899, de 13 225 000 fr en 1904 et de 23 390 000 fr en 1909.

Pour les éléments primaires, on en a compté 2,6 millions en 1899 et 34,3 millions en 1909, soit environ 12 fois plus, en même temps que leur valeur a sextuplé, passant de 5 millions de francs en 1899 à 30 millions de francs en 1909.

Les lampes à arc ont diminué en nombre et en valeur globale depuis 1899; par contre, la valeur par lampe, en suite de l'introduction des arcs à flamme, a augmenté.

Les lampes à charbon et à filament métalliques figurent sous un même titre. Leurs valeurs s'élèvent : pour 1899, à 17 200 000 fr; pour 1904, à 31525000 fr; pour 1909, à 69 195 000 fr. De ce dernier chiffre, une somme de 38 410 000 fr se rapporte aux lampes à filament métallique. Toutes les autres variétés de lampes (y compris celles entrant dans la composition des motifs de décorations, les ampoules à rayons X, les tubes de Geissler, les lampes à vapeurs de mercure, etc.) sont évaluées à 16 585000 fr.

Les chiffres se rapportant aux appareils télégraphiques, pour les trois recensements, sont respectivement de 8210 000 fr, 5555 000 fr et 9 875 000 fr. Les chiffres se rapportant aux appareils téléphoniques, eux, sont de 52 555 000, 79 320 000 et 77 735 000 fr, soit un léger fléchissement pour 1909 par rapport à 1904.

La valeur des appareils électriques de chauffage, de cuisson et à souder construits en 1909 est estimée à 5 015 000 fr, contre 1 980 000 fr en 1904.

Les appareils magnétiques d'allumage, les bobines d'induction, etc., ont augmenté considérablement en valeur, probablement grâce à l'industrie automobile : 30 400 000 fr en 1909 contre 3 390 000 fr en 1904.

Les établissements se livrant spécialement ou partiellement (ces derniers représentent environ 10 0/0 du total) aux constructions électriques ont été au nombre de 581 en 1899, de 912 en 1904 et de 1255 en 1909. La production totale a donné les poids suivants : en 1899, 9,58 millions de kg; en 1904, 14,45 millions de kg; en 1909, 22,1 millions de kg. — G.

TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

Intensification des courants électriques.

L'*Electrical World* rapporte qu'à une réunion de l'Académie nationale des sciences, tenue récemment à New-York, le professeur M. J. Pupin a donné le compte-rendu provisoire de recherches théoriques et expérimentales par lui effectuées sur le problème d'intensification du faible courant électrique utilisé en télégraphie sous-marine et en téléphonie. A la suite d'études expérimentales poursuivies durant ces cinq dernières années, M. Pupin a imaginé et construit un générateur du type inducteur grâce auquel de faibles courants, passant sur un circuit, peuvent être intensifiés dans toute mesure désirée, le générateur agissant localement à peu près comme un relais d'énergie. On fait passer le courant faible par le circuit primaire du générateur, dont le secondaire consiste en un petit disque de cuivre actionné par une source extérieure d'énergie. En raison de la self-excitation de la machine et de la réaction entre les deux courants, le primaire et le secondaire, le courant du primaire se trouve énormément augmenté. Dans ses premiers essais, M Pupin rencontra des difficultés énormes dues à une tendance de la machine à s'exciter spontanément jusqu'à un degré excessif. Mais avec une autre machine, qu'il vient de construire, il est parvenu à triompher des difficultés ci-dessus et la théorie du fonctionnement de cette dernière machine, qu'il avait élaborée voilà quelques années, s'est trouvée pleinement vérifiée. M. Pupin se propose de donner en détail la théorie et la description du nouveau modèle de sa machine dans un mémoire qui sera présenté à l'Institut américain des ingénieurs électriciens. — G.

Bibliographie

Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1912. Un volume, in-16 de 750 pages, avec figures. Prix : 1,50 fr. (Paris, librairie Gauthier-Villars).

Cet excellent recueil renferme, cette année, après les documents astronomiques, des tableaux relatifs à la physique et à la chimie, aux étoiles variables.

Cet ouvrage ne se trouvera pas seulement sur la table du technicien, du physicien, du mathématicien : chacun voudra le consulter pour avoir sous les yeux la liste des constantes usuelles, et aussi pour lire les intéressantes notices de cette année : celles de M. Bigourdan sur la *Température moyenne en France*, et de M. P. Hatt, *Notions sur la méthode des moindres carrés*.

Règle à calculs. *Instruction. Applications numériques.* 100 problèmes industriels et pratiques. Tables et formules, par A. Beghin. Cinquième édition. Un volume, format 24 × 16 cm, de 186 pages, avec 190 figures. Prix : 2,50 fr. (Paris, librairie Ch. Béranger).

La règle à calculs classique, heureusement modifiée par l'auteur, est d'un usage constant dans toutes les industries où l'ingénieur doit effectuer rapidement de nombreux calculs.

M. Beghin chercher à vulgariser l'emploi de la règle à calculs en donnant toutes les indications nécessaires pour en faciliter l'usage. Il a en cela parfaitement raison, car, à notre époque essentiellement active, toute économie de temps est appréciable.

Du reste, le succès des éditions successives de ce guide pratique est la meilleure justification de son utilité.

La vérité absolue et les vérités relatives. *Solution des problèmes de radio-activité et de l'électricité*, par le D J. Henri Ziegler de Winterthur. Une brochure, format 24 × 16 cm, de 80 pages (Genève, imprimerie Albert Kündig).

Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels, par J. Post et B. Neumann. Deuxième édition française entièrement refondue, avec nombreuses additions, par G. Chenu et M. Pellet. Tome III. — Premier fascicule : Engrais commerciaux, amendements et fumiers. — Terre arable et produits agricoles. — Air. — Huiles essentielles. — Cuir et matières tannantes. — Colle. — Tabac. — Caoutchouc et gutta-percha. — Matières explosives et allumettes. Un volume, format 25 × 16 cm, de 468 pages, avec 56 figures. Prix : 15 fr. (Paris, A. Hermann et fils, éditeurs).

Cet important traité mérite d'attirer l'attention de tous les industriels qui y trouveront les indications les plus précises pour effectuer l'analyse des produits qu'ils ont à utiliser.

Nous signalerons particulièrement aux électriciens, dans le fascicule qui fait l'objet de cette notice, le chapitre relatif à l'air où l'on trouve des méthodes de dosage de l'ozone.

Dans le chapitre consacré au caoutchouc et à la gutta-percha se trouvent décrits les procédés d'analyse et de recherches des falsifications de ces substances qui présentent un grand intérêt. En ce qui concerne particulièrement le caoutchouc manufacturé, dont l'industrie électrique fait un si grand emploi, les auteurs ont décrit minutieusement les procédés employés pour les essais mécaniques, physiques et chimiques. En suivant exactement les méthodes indiquées, l'on peut se rendre exactement compte de la valeur des caoutchoucs utilisés.

Nouvelles

Ecole de télégraphie au Mexique.

On vient de décider la création d'une école de télégraphie au Mexique.

*
* *

Automobile électrique à accumulateurs.

Une compagnie américaine *S. R. Bailey et Cie, Amesbury, Mass.*, a réalisé un type de voiture électrique à accumulateurs qui peut fournir sur route ordinaire des parcours de 400 km par charge, à une vitesse moyenne de 36 km à l'heure.

*
* *

Téléphonie sans fil.

Des essais viennent d'être effectués à Chepstow, en Angleterre, sur un nouveau procédé de téléphonie sans fil, dû à M. Grindel Matthaws; celui-ci se propose d'effectuer sous peu des expériences à 40 km de distance; il compte que le prix des appareils nécessaires pour couvrir une portée de 8 km, ne dépassera pas 240 fr.

*
* *

L'électrification de chemins de fer allemands.

L'administration allemande a décidé d'électrifier la ligne Lambau à Konigszelt; on achètera le courant à une usine existante; cette tentative a pour objet de reconnaître quelle est la meilleure solution : l'achat du courant à une usine privée ou l'établissement d'une usine spéciale.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

La ligne de prise de courant

DANS LES CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES (1).

Des multiples moyens d'adduction du courant qui ont été successivement introduits dans la technique des tramways et des suburbains électriques, la traction sur chemin de fer n'a utilisé que la ligne aérienne, dont les dispositions ont d'ailleurs dû être complétées pour répondre aux exigences plus rigoureuses que l'intensité du courant, sa tension et la vitesse des trains imposent.

Concurremment avec la ligne aérienne, la prise de courant sur les chemins de fer est réalisée par le troisième rail, dispositif non appliqué aux tramways, parce qu'il exige une installation spéciale. Très généralement adopté dans les premières installations de chemins de fer électriques, souvent encore il est préféré pour des exploitations peu étendues, notamment pour les métropolitains. C'est ce moyen tout spécial aux chemins de fer que nous examinerons d'abord.

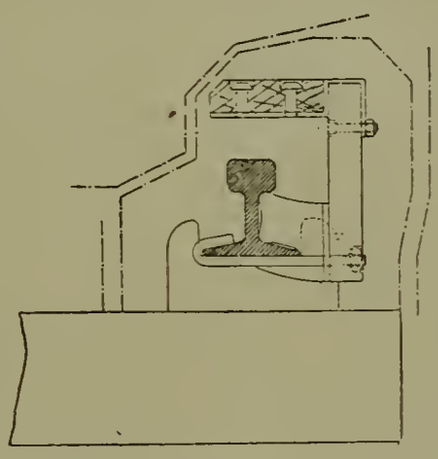


Fig. 56. Troisième rail debout.

Prise de courant par troisième rail.

En raison de la difficulté de son isolement et de ce qu'il expose les personnes à des contacts avec lui, le troisième rail n'est admissible que pour les distributions à tension modérée. En fait, on ne l'alimente que par du courant continu, à 500, 700 ou 800 volts, tension qu'on a pu élever récemment à 1200 volts par des perfectionnements apportés à l'isolement et à la protection du conducteur.

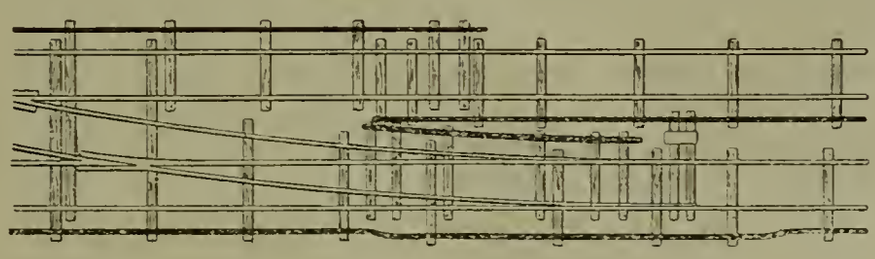


Fig. 57. — Troisième rail disposé de part et d'autre des voies à un aiguillage.

Des dispositifs variés ont été utilisés pour les prises de courant par troisième rail. Pour examiner leurs avantages et leurs inconvénients, il suffit de les classer en systèmes à contact supérieur et en systèmes à contact inférieur.

Troisième rail à contact supérieur. — Dans ce dispositif, le plus ancien et de beaucoup le plus répandu, le rail en acier doux est posé sur des blocs de bois imprégnés de paraffine, de bitume ou créosotés, ou mieux sur des isolateurs de grès artificiel, de caoutchouc durci ou de porcelaine, établis sur les traverses de la voie (fig. 56). Le troisième rail est aligné soit suivant l'axe de cette voie, soit en dehors et parallèlement aux rails de roulement.

La disposition axiale est évidemment la moins recommandable, car elle expose davantage le personnel à des contacts dangereux. L'étroitesse de certains gabarits a cependant nécessité son emploi, particulièrement en Angleterre.

Posé en dehors de la voie, le troisième rail présente cet inconvénient à un moindre degré; la ligne de contact ainsi établie a, de plus, l'avantage de pouvoir être placée indifféremment du côté extérieur des voies ou du côté de l'entrevoie, ou encore être formée de tronçons successivement disposés à gauche et à droite d'une même voie; comme les voitures automotrices sont munies de frotteurs des deux côtés, il est possible de maintenir l'alimentation du côté de l'entrevoie, quand le troisième rail doit être interrompu à l'extérieur et vice-versa; il en résulte une certaine facilité de pose aux abords des appareils spéciaux de la voie (fig. 57).

A chaque extrémité des tronçons, la surface supérieure du rail s'incline pour recevoir les frotteurs et les amener progressivement au niveau normal.

(1) Rapport présenté au Congrès international des applications électriques (Turin, septembre 1911).

Les barres d'un même tronçon sont reliées entre elles par des bounds analogues à ceux qu'on utilise pour les voies de tramways. Lorsque les rails de roulement servent de conducteurs de retour, ce qui est généralement le cas, ils sont pourvus des mêmes liaisons; en Angleterre, il est fait souvent usage d'un quatrième rail, qui, spécialement destiné au retour du courant, porte les connexions qui assurent ce retour.

Le courant est amené au troisième rail par des câbles souterrains aboutissant, en chaque point d'alimentation, à une boîte terminus voisine du rail et solidement fixée au sol; de cette boîte partent des bouts de câble souple qui achèvent la connexion avec le rail conducteur.

La même disposition relie entre eux les tronçons du troisième rail, aux endroits où la prise de courant passe d'un côté de la voie à l'autre. On protège souvent les câbles souterrains de ces

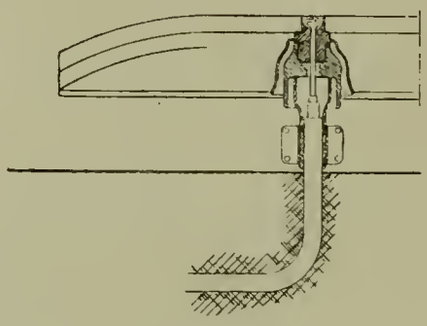


Fig. 58. — Jumper.

connexions (jumpers) par une enveloppe en fil de fer (fig. 58).

Pour prévenir les accidents de personne, on dispose parallèlement et près du troisième rail, des lattes en bois préparé, qui forment comme une auge continue, ouverte par le haut et par le bas; cette protection est complétée dans les gares par une toiture en bois, suffisamment écartée du rail pour que le frotteur puisse s'engager dans l'intervalle et prendre contact avec le conducteur.

Au passage à niveau, le troisième rail est interrompu, mais on peut souvent écarter suffisamment les frotteurs extrêmes, pour que celui d'avant soit réengagé sur le tronçon suivant, lorsque le frotteur d'arrière quitte le tronçon précédant le point d'interruption.

La composition des aciers, servant à la fabrication des troisièmes rails, est naturellement faite en vue de leur donner une grande conductibilité. Différentes formules sont employées à cette fin; voici les doses moyennes des éléments associés au fer :

	Pour 100
Carbone.	0,05 à 0,08
Soufre.	0,05 à 0,08
Manganèse.	0,3 à 0,5
Phosphore.	0,07 à 0,1
Silice.	0,01

La résistivité est d'environ 10 microhms-centimètre.

Les avantages du troisième rail droit résident surtout dans sa solidité, sa robustesse et dans le fait qu'il permet de capter sans étincelles des courants de très grande intensité; les frotteurs peuvent, en effet, être suffisamment multipliés, sans qu'il en résulte une fatigue exagérée pour le système. Son entretien n'exige pas l'emploi de chariots roulants, nécessaires dans le cas des lignes aériennes; il se fait donc sans encombrement des voies. Enfin, à l'inverse des conducteurs aériens, il n'exige pas ces rangées de poteaux de support qui nuisent à la perception nette des signaux de la voie.

Par contre, on reproche à cette ligne de contact les nombreux accidents de personne auxquels elle a donné lieu et les interruptions de service qui résultent des chutes abondantes de neige ou de la production du verglas.

L'entretien des protections en bois est assez dispendieux. Les travaux sur la voie de roulement sont gênés par la présence du troisième rail et des connexions des rails de roulement; le déchargement des matériaux nécessaires à ces travaux doit se faire avec des précautions auxquelles les agents de la voie ne sont pas accoutumés.

On a objecté aussi la difficulté d'isolement, mais cela ne peut viser que les installations utilisant des isolateurs de qualité inférieure, tels que les blochets en bois préparé. Assis sur des bons isolateurs, le troisième rail ne laisse passer, paraît-il, que 0,1 à 15 ampères par kilomètre.

Les inconvénients des courants vagabonds ne sont pas aussi marqués que dans le cas des tramways, le ballast des voies étant plus perméable que le sol des rues et, partant, moins conducteur; ils existent néanmoins, surtout lorsque les trépidations des rails de roulement dans un ballast trop élastique font disjoindre les connexions de rail.

C'est pourquoi, en Angleterre, on fait usage d'un quatrième rail axial, dont la seule fonction est de ramener le courant à l'usine; on évite du même coup les difficultés d'entretien des rails de roulement, qui sont alors débarrassés des *bounds*.

Les défauts du système, qui viennent d'être énumérés, sont bien réels et, cependant, la plu-

part des exploitations, qui font usage du troisième rail, ne songent nullement à l'abandonner. Bien plus, de nouvelles applications sont encore réalisées et cela prouve combien les avantages sont appréciés dans des conditions déterminées.

Troisième rail à contact inférieur. — On a d'ailleurs amélioré très sensiblement la protection des personnes contre les contacts avec le rail et celle du conducteur lui-même contre les amas de neige et de verglas, en faisant porter les frotteurs

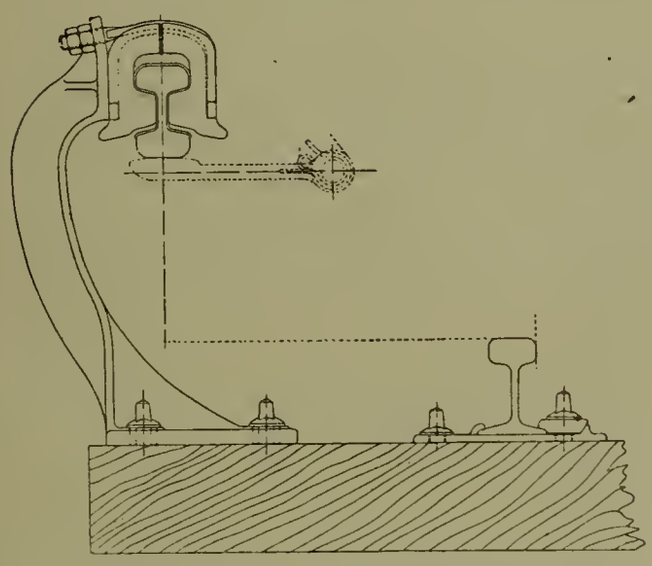


Fig 59. — Troisième rail renversé (Hambourg).

sur la face inférieure du rail. C'est ce qu'on a appelé assez improprement le *rail renversé* (fig. 59)

Dans cette disposition, le conducteur, toujours latéral, est suspendu à des consoles métalliques installées sur des traverses de la voie, lesquelles sont suffisamment prolongées ou même sur des saillies des ouvrages d'art.

Le rail conducteur est généralement placé à une distance horizontale de 650 à 800 mm de la face interne du rail de roulement le plus voisin; il est surélevé, par rapport à ce dernier, de manière à ménager, entre le plan de contact du conducteur et la face supérieure du rail de roulement, une distance verticale qui varie d'une exploitation à une autre, mais qui, en Amérique (fig. 60), est comprise généralement entre 70 mm et 150 mm. Sur le chemin de fer surélevé de Hambourg, grâce à un gabarit exceptionnellement large, on a pu prendre respectivement 470 mm et 240 mm.

Au point d'attache aux consoles, le troisième rail est couvert par deux demi-isolateurs en grès vitrifié ou en porcelaine, qui ne laissent à découvert que la face inférieure. Le joint des demi-isolateurs est vertical et rendu étanche par une pièce intercalaire imperméable. Un des blocs s'applique très exactement sur la face de la console; l'autre est serré par une sorte de boulon à marteau fixé à la console. Parfois, un joint de feutre est interposé entre l'isolateur et les parties métalliques. Dans l'espace compris entre deux consoles, le rail conducteur est couvert d'un fourreau isolant en bois qui le couvre entièrement, à l'exception de la face inférieure; cette protection est même doublée lorsque la tension est élevée.

Certains constructeurs insèrent, entre le troisième rail et sa protection de bois, des blochets en bois imprégné de goudron, afin d'augmenter l'isolement de la protection.

Comme pour le rail droit, on fait précéder chaque tronçon de rail renversé de plans inclinés en fonte, qui abaissent progressivement les frotteurs au niveau du contact normal.

Le rail renversé est incontestablement supérieur au rail droit au point de vue de l'isolement, de la protection contre les risques d'accident aux personnes et de la garantie contre les interruptions dues à la neige et au verglas. Il lui est cependant inférieur sous le rapport de l'encombrement et cette infériorité en rend l'application bien difficile, sinon impossible, sur les lignes à gabarit étroit, comme on en rencontre en Angleterre.

Quelque perfectionnement que l'on apporte à la construction du troisième rail, droit ou renversé, on ne peut employer cette prise de courant pour les hautes tensions adoptées aujourd'hui sur les lignes d'une certaine étendue et

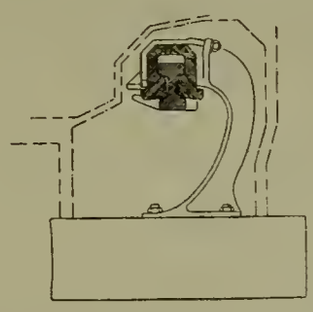


Fig 60 — Troisième rail du New-York Central Rd.

c'est surtout pour ces lignes qu'on a recherché d'autres dispositions pour le conducteur de prise de courant.

Lignes aériennes unipolaires.

Nous l'avons dit, la construction un peu simpliste des lignes aériennes de tramway répond le plus souvent aux exigences des chemins de fer d'intérêt local, mais ne pourrait être appliquée à l'électrification des chemins de fer proprement dits, en raison de la grande vitesse de marche, de l'importance du courant à capter ou de l'élé-

vation de la tension. Les conditions particulières de construction qui sont généralement requises pour ces lignes peuvent être énoncées comme suit :

1° Le conducteur doit être maintenu pratiquement horizontal à toutes les températures du lieu, afin qu'au passage de l'appareil de prise, il ne se produise pas d'arcs; des arcs seraient en effet particulièrement nuisibles aux grandes intensités ou aux tensions élevées qu'il faut employer;

2° L'ensemble de la construction doit être très robuste et stable, car, aux vitesses usitées, un arrachement de la ligne exposerait à de sérieux dangers et, en tout cas, à une interruption du trafic;

3° Comme il faut franchir en vitesse des appareils de changement et de traversée de la voie, la ligne aérienne ne peut comporter d'aiguillage à manœuvrer; cette condition exclut naturellement le trolley. En fait, l'archet, le pantographe et, exceptionnellement, l'antenne d'Oerlikon sont les seuls appareils de prise usités;

4° Il faut encore que la ligne de contact présente de la fixité dans le sens horizontal, non seulement pour éviter que, par un balancement excessif, elle échappe par le côté de l'archet, mais encore pour qu'en prise avec l'appareil de prise, elle conserve la disposition en zig-zag nécessaire à l'usure régulière de l'archet;

5° Lorsqu'on fait usage de courants à haute tension, il est actuellement de règle d'adopter le double isolement. Il faut choisir pour les isolateurs une matière à haut isolement et une forme rationnelle;

6° La plupart des constructeurs estiment qu'une certaine flexibilité dans le sens vertical doit être donnée au fil de contact.

Horizontalité de la ligne de contact. — Pour maintenir dans toutes ses parties un conducteur élastique à une hauteur uniforme au-dessus du plan de la voie, on en multiplie les points de suspension; dans des montages particulièrement soignés, on lui applique souvent un dispositif de compensation qui donne au fil une tension mécanique constante, aussi élevée que le permet la section et la nature du métal employé.

La suspension *caténaire* (fig. 61), adoptée pour réduire les portées du fil de contact, est un ensemble funiculaire constitué par un câble porteur à forte flèche, un conducteur à flèche minime placé au-dessous et des pendules espacés généralement de 3 m à 10 m suspendant le second au premier.

La portée du câble porteur est de 50 m, 70 m et même 100 m, en alignement droit; malgré l'étendue de cette portée on n'applique presque jamais à ce câble de système compensant les effets de la variation de la température, l'importance de la flèche de pose rendant ces effets peu sensibles. On sait en effet que l'accroissement de la flèche résultant d'un accroissement donné de la longueur de la chaînette, est, pour une portée déterminée, inversement proportionnel à la valeur de la flèche :

$$\frac{df}{dl} = \frac{3a}{16f}$$

f, la flèche; l, la longueur; a, la portée.

D'ailleurs, en équilibrant par contrepoids un câble à forte flèche tendu sur plusieurs supports sans fixation intermédiaire, on l'exposerait à des déréglages importants sous l'effet des causes variées qui le feraient glisser sur les supports.

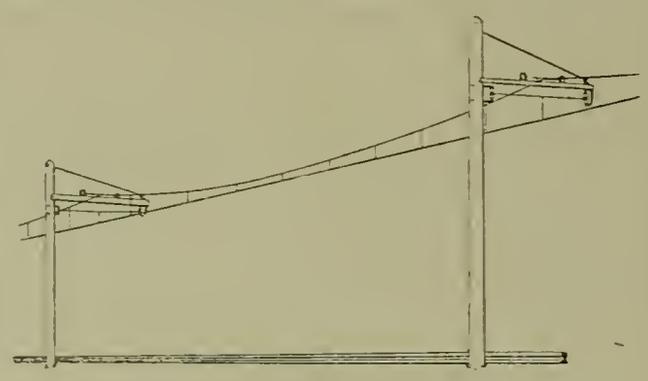


Fig. 61. — Suspension caténaire simple.

L'intensité de l'effort qui ramène les chaînettes successives à une même flèche, lorsqu'une cause quelconque a troublé l'équilibre du système, diminue rapidement lorsque la flèche augmente. L'équilibre deviendrait même instable pour une pose où la longueur du câble atteindrait les 4/3 de la portée. Sans doute ce n'est pas le cas des câbles porteurs utilisés dans les suspensions caténaires, mais la flèche y est cependant assez grande pour que le retour à une pose correcte ne soit plus assuré avec assez d'énergie.

Le câble porteur et les pendules sont en acier ou en bronze silicieux. L'attache des pendules se fait, sans soudure, au moyen de pinces; le conducteur est profilé en 8, afin que les pinces laissent bien dégagée la face inférieure du fil, sur laquelle frotte l'archet.

Le câble porteur est seul attaché aux supports de la ligne.

Le fil de contact passe sous les traverses ou consoles qui soutiennent le fil porteur, sans y être attaché; toutefois, il est fixé à chaque extrémité de section à des supports plus robustes qui portent les interrupteurs de section.

Dans certaines suspensions caténaires, le fil de

contact est soutenu par deux câbles porteurs semblables et posés parallèlement; les pendules fixés à ces câbles descendent obliquement et se joignent par deux à leur point d'attache au conducteur. Ces pendules rigides (New-York, New-Haven et Hartford Rd.) ou souples (London, Brighton Ry) forment parfois, avec un tirant qui joint leurs extrémités supérieures, des triangles renversés.

Un dispositif très en faveur est celui que Siemens-Schuckert a appliqué successivement, en le perfectionnant, aux lignes de Rotterdam à La Haye, de la banlieue de Hambourg, de Wiesental, de Dessau-Bitterfeld, etc., etc. Dans ce système, qui sera décrit plus loin, le câble porteur soutient, par des pendules assez espacés, un câble auxiliaire qui, à son tour, porte le fil de contact, à l'aide de pendules courts et rapprochés. L'horizontalité du conducteur, ainsi assurée par un grand nombre de points de suspension, est rendue plus parfaite encore, par l'application de tendeurs à contrepoids communiquant au fil de travail une tension constante. C'est ce qu'on a appelé la suspension caténaire double.

Par une disposition ingénieuse, l'A. E. G. est parvenue à appliquer les contrepoids compensateurs à l'ensemble du câble porteur et du fil de travail, en évitant les risques de déréglage des chaînettes que nous avons signalés plus haut. A cette fin, cette société dispose un câble tendeur, sous très faible flèche, qui double le câble porteur dans presque toute l'étendue de chaque chaînette. Ce tendeur empêche les déformations du câble porteur, nous reviendrons par la suite sur ce dispositif.

Solidité des lignes. — On attache une grande importance à la robustesse des supports qui sont généralement construits en acier. Souvent, ils constituent de véritables passerelles jetées en travers de la voie; il semble même qu'en Angleterre et en Amérique on ait quelque peu outré l'importance de ces constructions.

Dans des cas d'application aux chemins de fer secondaires, et dans les voies de stations parcourues à faible vitesse, on a fait usage de fils transversaux et même de poteaux en bois.

Un point capital est d'éviter toute soudure dans les assemblages des câbles, fils et antibalançants; on reproche aux soudures d'être précaires, d'altérer la résistance du métal et encore de rendre les réparations malaisées.

La méthode universellement suivie et qui donne toute satisfaction consiste, comme on le sait, à serrer les câbles dans des pinces; le fil de contact est saisi de même par des mâchoires qui s'impriment dans deux rainures longitudinales du conducteur.

Antibalançants. — Pour la grande vitesse, le conducteur d'une ligne caténaire doit être maintenu dans son tracé horizontal par des organes de fixation : en alignement droit et dans les courbes à grand rayon, on fait usage à cette fin de bras rigides qui se fixent au fil par une griffe qui en laisse libre la partie inférieure; les bras s'attachent, d'autre part, soit aux poteaux de support, soit encore à des poteaux spéciaux intercalés entre ceux qui supportent la ligne.

En courbe prononcée, les tirants, agissant vers la convexité, consistent en fils souples.

Dans l'un et l'autre cas, les antibalançants sont naturellement isolés de leurs supports avec le même soin que le câble porteur.

Sur le London-Brighton, où il est fait usage de deux câbles porteurs, les antibalançants ont été généralement fixés à des triangles rigides suspendus à ces câbles; on a évité ainsi l'obligation de les isoler; l'expérience semble avoir montré que leur fixité est suffisante.

Il va de soi que les antibalançants sont inutiles dans les lignes de construction rigide.

Isolement. — Les lignes de contact des tramways, quoiqu'elles ne supportent qu'une tension de 500 à 600 volts, sont régulièrement pourvues du double isolement. Aussi, doit-on s'étonner de trouver des lignes monophasées à haute tension, construites suivant le dispositif caténaire, qui ne reposent sur chaque support que par un seul isolateur. Mais c'est là un mode de construction exceptionnel; non seulement, on a adopté le double isolement dans le plus grand nombre d'applications, mais on s'est attaché en plus à rechercher pour les isolateurs la perfection de la matière et du modelage.

Pour les hautes tensions, la porcelaine est seule admise et la forme est spécialement étudiée pour en assurer l'homogénéité complète après cuisson. A cette fin, on donne aux isolateurs une épaisseur aussi uniforme que possible et on n'hésite même pas à rapporter après cuisson, en les scellant par une pâte soumise au recuit, les parties qui, si elles étaient venues de masse, auraient formé des surépaisseurs locales. On s'est imposé aussi, dans les types les plus récents, de ne soumettre la porcelaine qu'à des efforts de compression.

Les isolateurs blindés sont restés en faveur dans les installations à haute tension où le simple isolement est réalisé. Si l'isolateur unique vient à se briser, l'arc s'établit entre la ferrure du support et la carapace jusqu'au moment du fonctionne-

ment des disjoncteurs automatiques. La suspension est ainsi moins exposée à se rompre et à tomber sur le sol. D'autre part, l'isolateur blindé a l'avantage de moins solliciter l'attention des malveillants et de mieux résister à leurs entreprises.

Flexibilité de la ligne de contact dans le sens vertical. — Nous avons fait remarquer que l'accord n'est pas unanime sur la convenance d'un certain jeu du fil de travail, dans le sens vertical. Tandis que presque toutes les installations récentes satisfont à cette condition, nous voyons encore mettre à l'essai sur le réseau pyrénéen, une ligne de contact absolument rigide. Cependant, sur le New-York, New-Haven, Hartford Rd., où le fil est soutenu par un tringlage plus ou moins indéformable, on a reconnu la nécessité de donner plus de souplesse au conducteur et c'est pourquoi, faisant de l'ancien fil de contact un véritable fil auxiliaire, comme dans la double suspension caténaire Siemens-Schuckert, on y a suspendu élastiquement un nouveau fil de contact.

Un des avantages de la suspension caténaire est de pouvoir être montée sur le côté de la voie, sur le bas de poteaux, et y être provisoirement réglée, de telle sorte qu'il suffit de hisser ensuite le système jusqu'aux consoles par une manœuvre rapide. L'encombrement d'une voie à électrifier est ainsi réduit au minimum.

Etudiées particulièrement pour l'application des courants monophasés à la traction, les suspensions caténaires ont été utilisées aussi pour les lignes à courant continu et l'on a pu ainsi élever la tension à la valeur que la construction des moteurs permet d'atteindre (600 à 2000 volts et même 3000 volts avec moteurs couplés en série).

La tension du courant alternatif n'est pas limitée par les possibilités de la construction des moteurs; avec des lignes bien isolées, on a fait emploi de tensions variant de 4000 à 10 000 volts; pour des applications récentes, on a même adopté 12 000 et 15 000 volts.

Pour être complet, nous devons citer encore la ligne à laquelle s'applique l'antenne Oerlikon. Elle échappe à certaines des règles que nous avons dégagées des constructions récentes. C'est pourquoi nous ferons de cette ligne l'objet d'une mention spéciale dans la suite de ce travail.

Lignes aériennes bipolaires. — A l'origine de la traction électrique, on a employé des lignes bipolaires pour les tramways à courant continu, le conducteur de retour étant isolé. Dans certaines applications plus récentes (réseau du Borinage), une ligne bipolaire a été utilisée dans les mêmes conditions, pour la traction par courant monophasé.

Actuellement, ce genre de ligne ne sert qu'à l'alimentation des moteurs de traction triphasés. On en a fait un important emploi en Italie, pour la traction des trains au passage du Simplon, sur les lignes de la Valtelline, du Giovi et pour la traversée du Mont Cenis.

La vitesse de marche sur ces sections n'est pas bien grande; aussi s'est-on contenté, jusqu'à présent, d'assurer une horizontalité suffisante des fils de contact en plaçant les poteaux de support à faible distance l'un de l'autre, c'est-à-dire à une distance de 20 m à 35 m.

Sur le tronçon Lecco-Calolzio, on a cependant installé, à titre d'essai, une ligne caténaire simple pour chaque conducteur.

Le double isolement est de règle; il est réalisé, pour chaque polarité, par un isolateur en ambroïne, avec carapace métallique, auquel se fixe directement le conducteur. Dans les premières installations, cet isolateur est attaché à un court fil transversal, tendu le long de la console de support entre deux isolateurs de porcelaine. Une polarité est suspendue d'un côté de la console, l'autre polarité de l'autre côté.

Le rail sert de troisième conducteur.

Dans les lignes plus récentes, on a fixé les fils transversaux à des arcs en acier serrés au-dessous des consoles; ces arcs pouvant glisser longitudinalement lorsqu'on en desserre les attaches, il est facile d'amener le plan des deux fils au parallélisme avec le plan de la voie (fig. 62).

Tout en conservant le double isolement, on suspend maintenant les deux polarités au même transversal, en acier, qui forme ainsi la corde unique de l'arc. A cette fin, les isolateurs en ambroïne ne sont plus attachés directement aux transversaux; avec leur carapace métallique, sont venues de fonte deux tiges qui s'engagent chacune dans une cloche horizontale en porcelaine, dont la tête est enrobée dans une calotte métallique. Cette calotte porte une projection fendue et filetée qui sert à attacher l'ensemble aux fils transversaux.

Lorsque l'intensité du courant à capter est grande (Giovi, mont Cenis), on utilise deux conducteurs par phase; dans ce cas, les deux isolateurs d'une même phase sont accolés (fig. 63).

Bien que le fonctionnement de ces lignes soit très satisfaisant pour la tension de 3000 volts utilisée invariablement sur ces différentes lignes, on se propose, nous a-t-on dit, d'y apporter encore certains perfectionnements de détail.

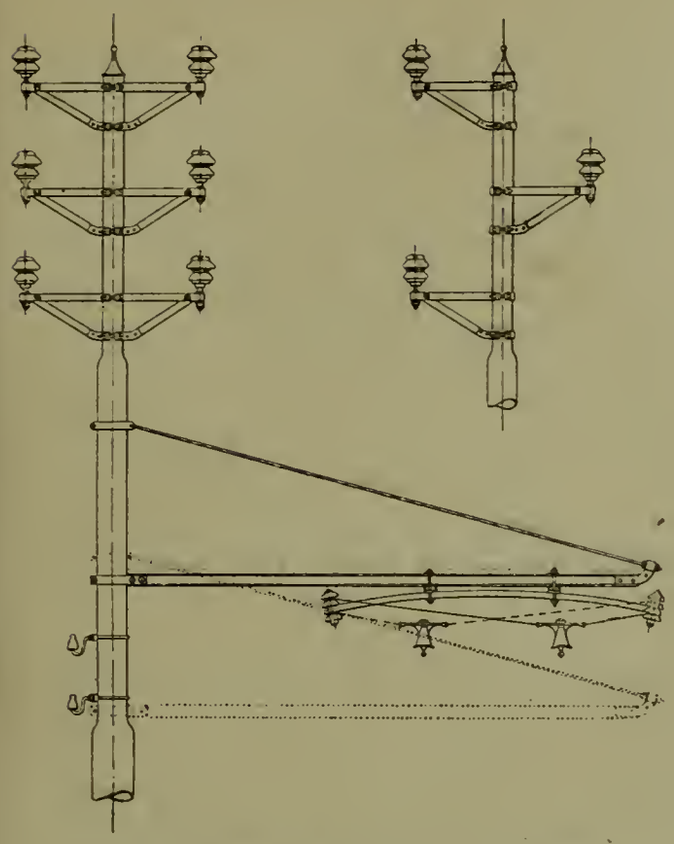


Fig. 62. — Support de ligne bipolaire. Etat italien.

Pour des installations du système triphasé faites dans d'autres pays, on a adopté des tensions de service plus élevées (5500 volts au sud de l'Espagne, 6000 volts au Great Northern américain); des constructeurs s'offrent d'en établir à 8000 volts.

Les détails de construction de la ligne du Great Northern sont assez semblables à ceux des lignes italiennes, sauf que, conçus pour une tension de service plus élevée, les soins apportés à l'isolement en sont plus grands. C'est pourquoi la porcelaine y est seule employée.

La section électrifiée comprend le tunnel de la Cascade qui en constitue 2/3 du développement total, mesurant 6,6 km. Dans la partie en tunnel, les suspensions filaires sont disposées en longueur et non plus en travers comme dans les

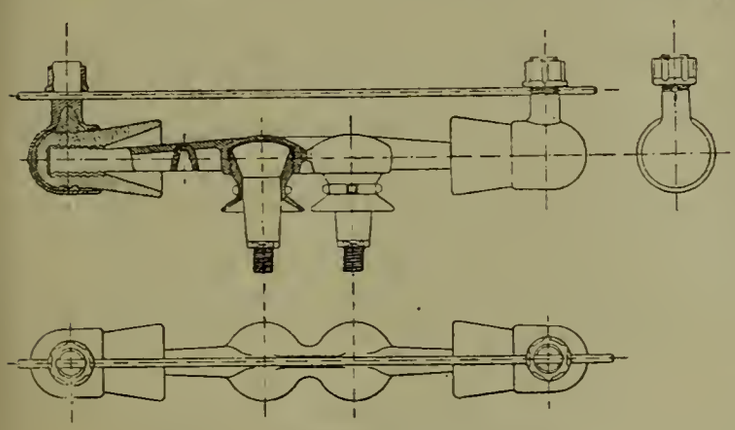


Fig. 63. — Isolateurs doubles du Giovi.

parties à ciel ouvert. Une autre particularité est l'emploi du trolley et non de l'archet ou du pantographe. Ce détail, qui a été discuté, a pu être appliqué grâce à la faible vitesse de marche et à l'absence de changements de voie au cours du trajet; mais nous n'avons pas à nous en occuper dans ce rapport.

Aux bifurcations, on n'emploie généralement pas d'aiguillage aérien. Les parties de fils de contact qui se croisent sont maintenues pour la continuité mécanique du contact; mais, sur une longueur convenable, elles sont isolées du restant de la ligne. On évite ainsi le court-circuit entre phases au passage de l'archet; l'alimentation se maintient, en ces endroits, par le second archet monté à l'opposé de la voiture automotrice ou de la locomotive.

Dans certains cas, particulièrement lorsqu'on fait usage de trolleys, on installe un véritable

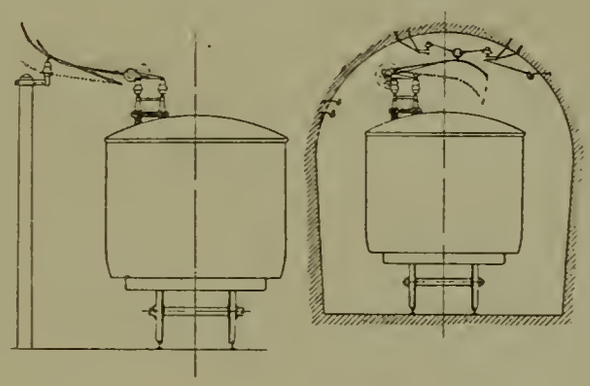


Fig. 64. — Prise de courant Huber (Oerlikon).

aiguillage aérien dont la manœuvre est conjuguée avec celle de l'aiguillage de la voie. Mais il s'agit ici plutôt de tramways suburbains ou de voies à crémaillère où la vitesse est faible.

Prise de courant de M Huber (Oerlikon). — Dans ce système (fig. 64), le seul fil de prise de courant est posé latéralement à la voie, sur des isolateurs uniques, dont la tête est blindée et porte un appendice qui maintient le fil à une certaine distance de la porcelaine. Le contact avec l'antenne se fait généralement par le dessus du fil, mais il peut avoir lieu en tout point de la demi-surface du fil tournée vers la voie.

L'antenne, montée sur le côté de la voiture, est un bout de tube courbé, articulé à l'une de ses extrémités et dont l'autre extrémité, sollicitée par des ressorts, tend à décrire un arc de cercle vers la voie. Le tout est généralement porté par un pantographe isolé qui peut s'ouvrir ou se replier soit à la main, soit automatiquement.

L'antenne a reçu quelques applications sur la ligne Seebach-Wettingen, en Suède, et sur le chemin de fer à voie étroite de Locarno-Bignasco. La ligne de contact est simple, peut être robuste, mais la flèche inévitable du fil limite la vitesse

permise; les constructeurs estiment toutefois qu'on peut la porter sans inconvénient à 60 km à l'heure. On reproche aussi à ce montage de n'être pas pourvu du double isolement.

Ligne Siemens-Schuckert. — Comme il a été dit plus haut, la ligne Siemens-Schuckert est caténaire double, formée d'un câble porteur

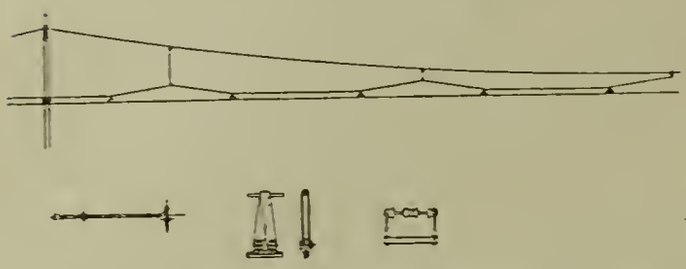


Fig. 65. — Ligne double caténaire Siemens Schückert.

d'acier ou de bronze dur, soutenant par des pendules espacés de 6 m à 20 m un câble auxiliaire de même métal, auquel le fil de contact en bronze est suspendu (fig. 65). Cette dernière suspension est faite par des étriers qui, d'une part, se fixent au fil de contact profilé en 8 et dont l'anse, d'autre part, glisse librement sur le câble auxiliaire. Le nombre de ces étriers est double du nombre des pendules. Toutes les attaches sont faites par pinces, c'est-à dire sans soudure.

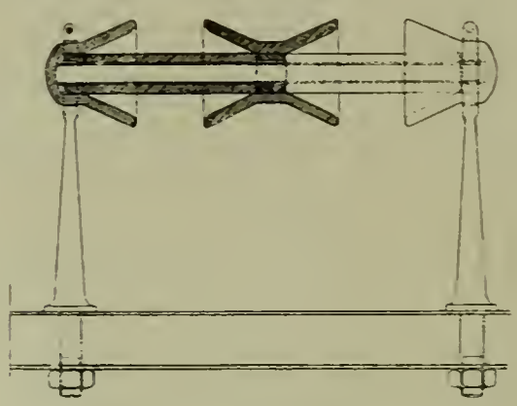


Fig. 66. — Isolateurs de la ligne Siemens-Schückert. W.

Le câble porteur est fixé, à chaque console, à un collier serré sur un isolateur bilboquet enfilé sur un bout de tube à gaz, dont les extrémités pénètrent dans deux isolateurs fixés eux-mêmes par deux bras verticaux à la console Un même système isolant s'applique plus bas, au poteau, pour soutenir l'antibalançant, attaché d'autre part au fil de contact et au câble auxiliaire (fig. 66).

Des tendeurs insérés dans les câbles en permettent le réglage à la main. Le fil de contact est seul compensé automatiquement par l'effet de contrepoids espacés d'environ 1 km. A l'endroit des compensateurs, les deux brins de fil de contact qui se succèdent cheminent parallèlement sur une certaine longueur (une portée entre poteaux exceptionnellement réduite à une dizaine de mètres). Chaque bout est fixé par isolateurs doubles à un bout de chaîne qu'une poulie fixée sur une traverse renvoie vers le poteau où une nouvelle poulie le replie vers le contrepoids.

Dans l'installation de Spiez Frütigen, ce système a été remplacé par deux balanciers verticaux placés immédiatement au dessus de la ligne de contact; les bouts de fil de contact se fixent aux extrémités inférieures des balanciers après s'être doublés sur l'intervalle de ces balanciers. Les deux extrémités supérieures des balanciers sont sollicitées l'une vers l'autre par l'action d'un contrepoids. Toutes les parties sous tension sont pourvues du double isolement.

Ligne de l'Allgemeine Elektricitæt Gesellschaft. — Nous avons dit que dans cette suspension les constructeurs sont parvenus à appliquer la compensation aussi bien au câble porteur qu'au fil de travail. La caténaire est simple, bien que formée de deux câbles et du fil de contact; l'un des câbles ne sert en effet que de tendeur et ne porte aucun pendule (fig. 67).

Pour éviter l'instabilité relative du système de chaînettes successives à forte flèche, que forme le câble porteur roulant librement sur les galets isolants des supports, on a créé une forte tension additionnelle aux points de suspension de ces chaînettes. A cette fin, on a fixé au câble porteur, près des galets de suspension, un câble auxiliaire fortement tendu. De la sorte, au point de vue de la stabilité, le système des deux câbles jouit des avantages des chaînettes à faible flèche et à forte tension. Au point de vue du plus ou moins d'importance des déformations dues à la température, la suspension du fil de contact participe aux avantages des câbles porteurs à forte flèche.

En réalité, pour des raisons de construction et d'isolement, on ne fait pas passer le câble porteur sur le galet de la potence. Un bout de câble attaché de part et d'autre de cette potence au câble porteur, aux points mêmes où se fixe le câble auxiliaire, remplit cet office. On a pu de la sorte ne pas interrompre, entre les portées, le câble porteur et le câble auxiliaire. L'un et l'autre se replient sous la console; leur ensemble soutient en ce point le fil de contact.

Le bout de câble passant sur le galet de la console en est isolé de chaque côté par une série de deux isolateurs à disques, du type de la General Electric Cy, qui ne travaillent qu'à la compression.

Le dispositif compensateur présente beaucoup d'analogie avec celui de Siemens-Schuckert; les différences proviennent surtout de ce que la compensation automatique s'applique à la fois au fil et aux câbles.

L'espacement normal des poteaux, dans la récente installation du Wiesenthal est de 60 m.

l'auteur, M. Dawson, a dû imaginer pour surmonter les multiples difficultés de l'électrification d'un réseau très complexe, à gabarit fort étroit et parcouru par de nombreux trains à vapeur.

La construction des supports métalliques revêt en plusieurs points une importance exceptionnelle.

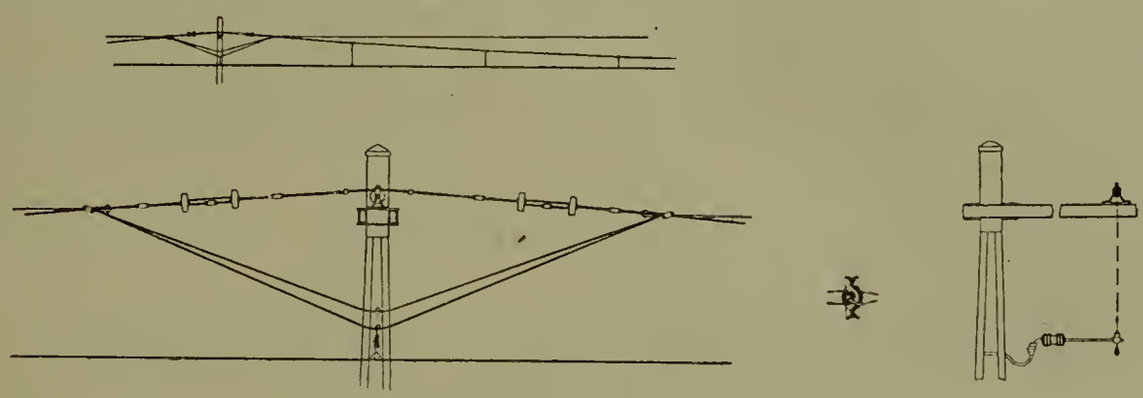


Fig. 67. — Ligne caténaire de l'A. E. G.

Suspension caténaire à suspension double et à pendules obliques du London Brighton et South Coast Cy — Cette suspension comporte deux câbles porteurs parallèles réunis par des pendules obliques et souples au fil de travail. On n'y utilise ni câble auxiliaire ni compensateur automatique. Les caténaires sont arrêtées aux consoles à des isolateurs en accordéon, disposés par deux en tension; généralement les antibalançants sont suspendus aux caténaires mêmes, près

Conclusions. — Le troisième rail offre une solution satisfaisante lorsque le courant continu peut être avantageusement employé et que les aiguillages ne sont pas trop nombreux. Son emploi s'impose presque, pour les surélevés établis dans les villes, où les exigences de l'esthétique ne sont pas conciliables avec la ligne aérienne. Si, en certains points, les aiguillages se multiplient, on a la ressource d'établir une partie de ligne aérienne.

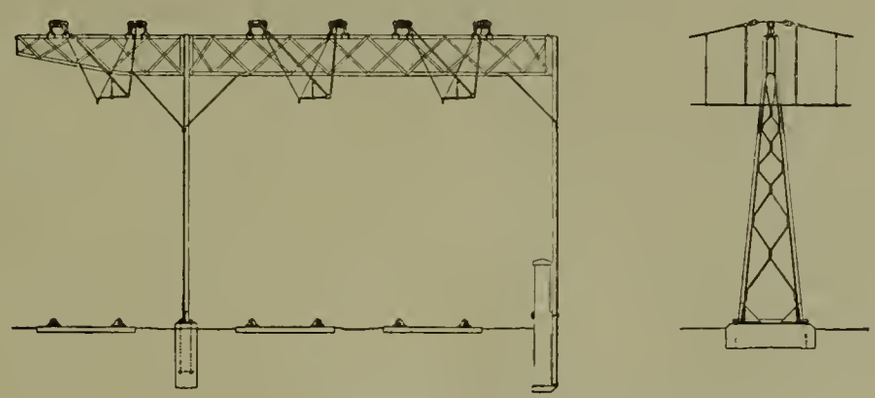


Fig. 68. — Ligne de London Brigthon et S. C. Cy.

des isolateurs, par des pendules en forme de V et rigides; un bras également rigide joint la pointe inférieure de ce système indéformable au fil de travail. Une chaînette fixée à l'un des pendules soutient le poids de l'antibalançant (fig. 68).

Les pendules sont attachés au fil de travail ayant une section en 8 et au câble par des pinces; ils sont espacés d'environ 90 cm.

Les câbles sont en acier goudronné et le fil de travail en cuivre dur.

Les particularités les plus intéressantes de ce montage résident dans les détails ingénieux que

Quoique moins robuste, d'un aspect moins satisfaisant et gênant la perception des signaux, la ligne aérienne est utilisée concurremment avec le troisième rail pour la distribution du courant continu; des raisons d'économie la font préférer, malgré ses infériorités, pour certains cas d'emploi de courant continu.

Mais si l'on fait usage de courants alternatifs, la ligne aérienne est seule à utiliser. Son exécution a été portée à un degré de perfection qui permet l'emploi de toutes les tensions qu'admettent les équipements moteurs. Il y a vingt ans, il

eût paru bien téméraire de tendre au-dessus des voies des conducteurs parcourus par un courant à la tension de 15 000 volts; la suspension caténaire, dont les éléments se soutiennent mutuellement, autorise maintenant l'usage de ces hautes tensions, sans que l'on ait à redouter la chute du conducteur. A cet égard, il n'est pas inopportun de signaler la fâcheuse tendance de certains constructeurs, d'augmenter la distance entre les pendules, au point de les rendre inefficaces comme organe de sécurité.

Il resterait à traiter des dispositifs propres à éviter l'influence nuisible des lignes de prise de courant par rapport aux lignes à courant faible, mais les recherches entreprises pour en définir les causes et en déterminer les remèdes ont montré que ces derniers devaient porter seulement sur la construction des moteurs et sur celle des lignes télégraphiques, téléphoniques et de signaux.

Gustave L'Hoest,
Directeur d'Administration au Ministère
des Chemins de fer, Postes et Télégraphes de Belgique.

Distribution d'énergie dans de petites zones.

La question de la distribution électrique de l'énergie dans de petites zones présente aujourd'hui un intérêt particulier. Alors que les grandes villes sont pourvues d'installations, si l'on remarque que de récents progrès ont été réalisés dans les moteurs et dans les lampes à filament métallique qui ont permis d'obtenir l'éclairage électrique avec économie, on conçoit que des installations puissent être réalisées dans des endroits où l'on en était privé jusqu'ici Les grandes entreprises de distributions offrent bien l'énergie à bon marché et peuvent aussi remplir ce même but, mais il existe en Angleterre et dans les colonies des milliers de petites agglomérations qui se trouvent en dehors de ces réseaux et ne peuvent profiter de ces distributions. On peut donc espérer que, dans quelques années, on pourra voir naître quantité de petites installations qui combleront les lacunes si nombreuses.

Il y a environ huit ans, M. Mountain présenta à l'Institution des ingénieurs électriciens un travail sur l'alimentation des petites villes et villages et, dans une séance de la même Société, qui eut lieu à Dublin en décembre dernier, un autre conférencier, M. Spalding, qui connaît particulièrement la situation de l'Irlande à ce point de vue, en raison de ses fonctions mêmes, a repris ce même sujet. Dans cet intervalle de huit ans, les progrès réalisés dans les petites agglomérations ont été pour ainsi dire nuls, mais, comme le dit M. Spalding, les conditions de la science et de l'industrie ont changé et peuvent modifier également cette situation. Les gazogènes et les moteurs sont plus économiques et plus pratiques, les lampes à filament métallique ont réduit le prix de consommation de l'électricité d'environ un tiers, de telle sorte que les classes pauvres elles-mêmes (qui représentent un large pourcentage de la population dans les petites agglomérations) peuvent adopter l'électricité. En outre, le capital engagé dans l'installation est moindre, le prix de production au moyen des gazogènes ou des moteurs Diesel se trouve également réduit à un chiffre qui aurait été considéré comme impossible à obtenir, il y a peu de temps, avec de très petits matériels générateurs. Toutes ces circonstances permettent de prévoir le succès. M. Spalding déclare qu'avec les conditions actuelles l'énergie peut maintenant être produite localement à un prix que peuvent difficilement obtenir les grandes compagnies de distribution. Il examine deux sortes de zones d'alimentation :

1° Les très petites villes ayant une population de 1000 à 5000 habitants;

2° Les villes plus importantes ayant de 5000 à 15 000 habitants.

Selon ces deux classes de distribution, les conditions varient très largement. Sans entrer dans tous les détails du travail de M. Spalding, nous devons cependant indiquer les quelques principes qui, d'après lui, doivent régler les conditions d'établissement d'une distribution; dans la classe 1, ces principes sont les suivants :

1° Le capital dépensé initial doit être gardé dans les limites les plus faibles possibles;

2° Les bâtiments de la station doivent être simples, économiquement construits et leur emplacement être au centre de la distribution;

3° Le moteur initial d'environ 100 ch sera un ou des moteurs à gaz fonctionnant conjointement avec une batterie de capacité appropriée;

4° La puissance du matériel initial installé devra

être basée d'après le maximum probable des demandes pendant les deux premières années seulement;

5° La tension de la distribution sera de 220 volts à courant continu.

6° Distribution à deux conducteurs non isolés, aériens, dans tous les endroits où l'on peut obtenir cette permission;

7° Eclairage à forfait. Eviter les compteurs si les circonstances le permettent.

Ordinairement, dans la majorité de ces petites zones, il y a peu de demandes à attendre pour la force motrice, le chauffage et la cuisine, surtout dans les premières années de la distribution. Plus tard, on pourra, si possible, vulgariser l'emploi de certains ustensiles domestiques, tels que fers à repasser, bouilloires, casseroles et ventilateurs électriques qui, s'ils sont adoptés, assureront une charge excellente.

Quant aux zones se rapportant à la 2e classe, il est tout à fait nécessaire de connaître les conditions locales de fonctionnement comme pour la 1re classe. Dans certains endroits, il peut y avoir des industries locales dépensant une force motrice considérable Cependant, l'expérience a démontré que, dans les premières années d'une entreprise, les demandes d'énergie pour force motrice sont très peu considérables. C'est pourquoi l'avis de M. Spalding est que la puissance du matériel initial doit être basée presqu'entièrement sur le maximum probable de l'éclairage pendant les deux premières années. Si la force motrice se développe rapidement, il sera toujours facile d'installer des groupes supplémentaires.

Dans toutes ces petites entreprises, il est important de garder le capital-dépenses aussi faible que possible. Le prix du combustible par tonne et les conditions de fonctionnement de matériel sont des influences qui régissent et déterminent le choix du moteur initial. Les moteurs Diesel ont cet avantage sur les moteurs à gaz qu'ils peuvent démarrer et être mis en pleine charge en moins de deux minutes et qu'ils peuvent supporter une surcharge de 10 0/0 pendant deux heures. M. Spalding cite un groupe Diesel de 10 kw qui a été mis en pleine charge en 28 secondes à partir de l'arrêt. Le moteur Diesel est également très économique avec des charges très légères. Pour productions moindres que 100 ch, l'avantage semble être aux moteurs à gaz quant au prix initial, mais lorsque les dépenses initiales du matériel Diesel peuvent être réduites, on les préfère de beaucoup dans toutes les petites stations. Le matériel à vapeur, pour ces petites installations, ne peut pas rivaliser avec ces modernes moteurs, à moins que le charbon ne puisse être fourni sur place à raison de 11,25 fr la tonne. Au sujet du système de distribution et de la tension à adopter, M. Spalding affirme que la distribution de 400 à 600 volts doit être seulement réservée pour la force motrice et, à moins de larges zones, relativement, à alimenter, il n'y a rien à gagner d'adopter le système à trois fils. Si les lignes peuvent être aériennes, le meilleur système sera la distribution à deux fils à courant continu sous 220 volts. Si les feeders doivent être souterrains, la question sera réglée par une comparaison établie entre les prix respectifs des deux systèmes, envisagés pour chaque cas particulier, et comprenant : 1° le capital engagé pour l'érection des bâtiments et l'installation complète du matériel, y compris la batterie et les accessoires; 2° le capital dépensé pour les feeders souterrains, y compris les frais de pose du système complet de distribution; 3° les réparations et l'entretien des bâtiments et du matériel; 4° les réparations, surveillance et entretien des canalisations entières; 5° l'intérêt de capital et l'amortissement reporté comme pourcentage aux articles (1) et (2).

La question des conducteurs en aluminium est brièvement traitée, le conférencier remarquant que ceux-ci ne sont pas très employés en Angleterre et qu'il semble que les ingénieurs attendent des renseignements plus détaillés sur la manière dont ce métal se comporte dans les canalisations souterraines.

Relativement à la manière de fixer des tarifs appropriés, les méthodes doivent être basées d'après le prix total de production, les charges payées pour le gaz et la valeur des terrains achetés. Le système de la demande maximum a perdu de sa faveur pendant ces dernières années, non à cause des défauts inhérents au système lui-même, mais par suite des difficultés rencontrées dans son application pratique. Une échelle de prix fixes par unité, selon la consommation, a donné de bons résultats et ce système, facilement compris par l'abonné, est peut-être préférable dans les petites villes, bien qu'il ne soit pas aussi équitable que les autres tarifs Dans les classes pauvres, le forfait fixe est mieux apprécié et plus profitable à l'entreprise.

L'attention que portent la plupart des ingénieurs électriciens au développement des affaires de chauffage est indiquée dans la conclusion de M. Spalding quand il dit : « De grands perfectionnements ont été réalisés dans les appareils de chauffage et de cuisine électriques pendant ces dernières années et les prix ont beaucoup baissé. Des démonstrations pratiques, à divers endroits,

ont prouvé que les appareils électriques de cuisine peuvent rivaliser avec les appareils à gaz et, bien que ce dernier soit meilleur marché pour le chauffage eu égard au prix actuel de l'énergie, les avantages possédés par les radiateurs électriques, particulièrement dans les usages domestiques, peuvent parfaitement compenser la différence de prix. D'où, en considérant ces faits, on peut raisonnablement prévoir que, dans beaucoup de petites villes, les demandes pour le chauffage et la cuisine électriques augmenteront beaucoup plus rapidement que pendant les dernières années qui viennent de s'écouler.

En concluant, M. Spalding fait remarquer que, sur 51 entreprises installées dans de petites villes, il n'y en a pas moins de 40 employant un système de distribution à 3 fils sous 460-230 volts. Quand ces entreprises furent commencées, la lampe à filament métallique était inconnue et, étant donné que leur charge se compose presque exclusivement d'abonnés à l'éclairage, leur rendement est très faible comparé à la pleine charge de fonctionnement; il faudrait qu'elles possèdent un beaucoup plus grand nombre d'abonnés pour pouvoir subsister et vivre avec bénéfices. M. Spalding répète donc en finissant que la majorité des petites entreprises doivent donc avoir un système de distribution à 2 fils sous 220 volts, ce qui est amplement suffisant et donne de meilleurs résultats.

A.-H. B.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

APPLICATIONS DIVERSES

Le dictaphone.

Nous empruntons à l'*Elektrotechnische Zeitschrift* l'information suivante :

Dans les grandes maisons commerciales des Etats-Unis on trouve aujourd'hui qu'il est avantageux de dicter à un phonographe enregistreur le contenu des lettres à rédiger — d'où suppression des employés sténographes. Les cylindres impressionnés par la dictée sont ensuite distribués aux dactylographes qui les font tourner de nouveau et préparent les lettres; ces dernières n'ont plus alors qu'à recevoir la signature du chef de la maison ou de son représentant. Les mêmes cylindres, une fois la correspondance recueillie et tracée sur le papier, sont confiés à un apprenti qui efface leurs empreintes et les remet en état de servir de nouveau. L'actionnement du dictaphone — telle est l'appellation qu'a reçue le nouveau dispositif — est donné par un moteur électrique qu'alimente la canalisation d'éclairage de l'immeuble. Pour mettre l'appareil en marche, il suffit d'insérer le bouchon de contact d'un cordon conducteur dans une boîte de prise de courant. — G.

ÉCLAIRAGE

L'électricité et l'hygiène domestique.

Au Congrès international pour l'hygiène de l'habitation, qui s'est tenu récemment à Dresde, M. Wikander a fait ressortir l'énorme supériorité de la lumière électrique pour l'éclairage des appartements dans un mémoire qu'analyse *l'Elektrotechnische Zeitschrift*. D'après ce mémoire, l'air de l'appartement vicié par l'éclairage présente les conditions d'altération ci-après :

Mode d'éclairage	Intensité lumineuse en bougies normales	Calories dégagées par heure	Gaz carbonique dégagé par heure en litres
Lampe à pétrole	15	480	70
Lumière incandescente à l'alcool	65	698	119
Lumière incandescente au gaz	74	573	59
Lampe à incandescence à filament de charbon . .	16	53	—
Lampe à incandescence au tantale	25	35	—
Lampe à incandescence au tungstène	25	22	—

G.

ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE

RECHERCHES

Progrès de la science électrique en 1911.

Dans sa revue des progrès réalisés en matière d'électricité durant 1911, le *Times Engineering*

Supplement se livre aux réflexions générales suivantes, qui nous semblent donner exactement la caractéristique des résultats de cette année :

Les progrès accomplis en 1911 ont un caractère quelque peu différent de ceux des années précédentes. Les recherches des inventeurs se sont étendues au perfectionnement des instruments, des installations et de l'outillage plutôt qu'à la découverte de nouveaux principes, de nouveaux types et de nouveaux systèmes. On peut dire que, au cours de l'année écoulée, la science électrique est devenue, dans une plus large mesure que jamais auparavant, commerciale, et ce commercialisme se reflète dans la plupart des écrits techniques publiés On note, en effet, un contraste frappant entre le ton général des journaux électriques de ces derniers mois et celui des publications correspondantes parues durant la longue période où la science électrique conquérait, parmi nous, son droit de cité. Ce changement est la conséquence nécessaire de la transition de la science académique à la science pratique. On ne saurait s'en plaindre, car il couronne les efforts des premiers pionniers qui se sont aventurés dans le domaine électrique, en fournissant la preuve que leurs travaux ont abouti à des avantages permanents pour l'humanité. Il est aujourd'hui difficile de découvrir de nouveaux phénomènes, aussi l'application des instruments modernes de précision à l'étude quantitative des phénomènes déjà connus remplace, pour le moment, la recherche d'effets encore inconnus. Bien que l'on constate une pénurie singulière dans les découvertes électriques que peut enregistrer 1911, on n'a pas eu pourtant à constater, cette année, l'absence d'efforts énergiques dans la recherche de l'exactitude, relativement à ce qui est déjà connu. — G.

ÉLECTROCHIMIE

Zingage électrolytique.

On lit dans la *Chemiker-Zeitung* que M. C. Bianco, de Turin, recommande de donner au bain, pour le zingage électrolytique, la composition suivante : 125 à 375 parties de sulfate de zinc, 6 à 40 parties de sulfate ferreux, 3 à 63 parties de sulfate d'aluminimm, 2 à 35 parties d'acétate de sodium et 864 à 487 parties d'eau. En place de sulfate d'aluminium et d'acétate de sodium, on peut tout aussi bien employer de l'acétate d'aluminium et du sulfate de sodium. L'intensité du courant doit être fixée d'après la nature des objets traités et l'épaisseur de la couche de zinc que l'on veut produire. — G.

L'électricité dans l'industrie du celluloïd.

D'après le *Times Engineering Supplement*, on a trouvé aux États-Unis une nouvelle application de l'énergie électrique dans l'industrie du celluloïd. Cette matière étant éminemment combustible, on avait jusqu'ici emprunté la chaleur nécessaire pour la travailler à de la vapeur soumise à une haute pression; et comme le celluloïd s'amollit à environ 120° C pour s'enflammer vers 137° C, il était indispensable de contrôler sérieusement la température employée. Avec la méthode électrique, par contre, la chaleur est appliquée au celluloïd au moyen d'une plaque métallique portée électriquement à la température convenable. Une importante maison américaine de construction a, à cet effet, mis sur le marché un radiateur spécial de 45 cm × 75 cm. Ce radiateur absorbe de 450 à 900 watts pour chauffe rapidement la plaque; sa consommation norm est de 225 watts. — G.

ÉLECTROTHERMIE

Une couveuse électrique

On a récemment construit à la Nouvelle-Orléans, nous apprend le *Times Engineering Supplement*, une couveuse électrique pour 6000 œufs. L'appareil mesure 12 m de longueur sur 1,5 m de largeur et consiste en 40 compartiments, chacun pouvant loger 150 œufs et échauffé par un radiateur. La température de chaque compartiment est réglée séparément par des thermostats introduits dans le radiateur et éliminant des résistances formées de lampes électriques. Le courant moyen nécessaire pour chaque radiateur s'élève à 20-25 watts. Le propriétaire, après six mois d'essai, déclare que cet appareil présente de nombreux avantages sur les couvoirs ordinaires, chauffés au gaz ou à l'huile. — G.

Économie produite par la cuisson électrique des aliments.

Nous relevons, dans l'*Electrical Review*, les quelques chiffres intéressants ci-après, qui se rapportent à l'emploi de l'électricité pour la cuisson des aliments dans une maison suburbaine de Londres qu'habite une famille composée de six personnes. En 1907 et 1908, la dépense totale en gaz et charbon, pour la cuisson des aliments, l'éclairage et l'alimentation d'eau chaude, avait été respectivement de 512,35 et de 427,7 fr. En 1909, le chef de la famille demeura absent toute l'année. En 1910 et 1911, la comptabilité fut reprise. La situation avait alors changé en ce sens qu'on employait exclusivement un appareil électrique « Tricity » pour la cuisson des aliments : on constata alors que la dépense annuelle en électricité, au lieu de gaz et de charbon, fut de 556,35 et de 555,4 fr respectivement. D'autre part, les notes annuelles du boucher s'étaient élevées en 1907 à 1258,85 fr et en 1908 à 1350,9 fr. Mais les mêmes notes n'atteignirent plus que 962,9 fr

en 1910 et 835 fr en 1911, bien que la table continuât d'être alimentée en viande comme par le passé La réduction des dépenses de boucherie que l'on constate est due à la diminution des pertes de poids éprouvées par la viande dans le cas de cuisson ordinaire. On voit que l'économie réalisée en matière d'achats à la boucherie représente quatre ou cinq fois l'augmentation des frais de cuisson dus à l'emploi de l'électricité, et que le montant de cette économie obtenue en 1911 est presque suffisant pour couvrir la totalité des frais de cuisson et d'éclairage de l'année. — G.

MATIÈRES PREMIÈRES

Le platine russe

L'*Electrical Review* annonce que le ministère russe du commerce a soumis à la Douma, un projet de loi visant à la réglementation de la production et du commerce de platine. Actuellement le commerce de ce métal se trouve exclusivement entre les mains d'entreprises étrangères, bien que la Russie soit le seul pays véritablement producteur. Aux termes du projet en question, toute la production serait enregistrée et les ventes ne pourraient avoir lieu que sur la base de certificats spéciaux. En outre, l'exportation du platine brut serait interdite; la totalité du métal extrait des gisements devrait être affinée en Russie. — G.

Nouvelles substances isolantes.

Suivant l'*Electrical Review*, le consul d'Angleterre à Philadelphie vient de signaler l'apparition, aux Etats-Unis, d'une nouvelle substance, fabriquée d'après un procédé qui est tenu secret et pouvant avantageusement remplacer l'ébonite, le liège, la corne, etc. La fabrication de la substance en question, qui semble surtout formée d'une fibre végétale, serait à la fois simple et peu onéreuse, et le prix de vente pourrait être fixé, en laissant une marge de bénéfices raisonnables, à moins de 1 fr le kilo. Des essais étendus, effectués aux Etats-Unis, auraient démontré que la substance en question possède des propriétés isolantes au moins égales à celles de l'ébonite, de la porcelaine, du liège, de la corne, etc. De plus, elle présenterait une capacité de résistance à la chaleur presque égale à celle de l'amiante, sans compter qu'elle deviendrait extrêmement dure et résistante à la rupture. Enfin, la même substance, parfaitement plastique dans les premières phases de sa fabrication, pourrait alors prendre toute forme désirée. Le texte complet du rapport ci-dessus, avec les détails des essais opérés aux Etats-Unis, est accessible au public dans le bureau des renseignements du Conseil du Commerce de Londres.

D'autre part, toujours suivant l'*Electrical Review*, un chimiste de Londres aurait réussi à tirer des algues marines une matière entièrement nouvelle, ayant des propriétés isolantes remarquables et pouvant remplacer la vulcanite ou le cuir. Cette substance serait à la fois imperméable à l'eau et incombustible, et elle ne se laisserait attaquer ni par les acides ni par les huiles. La composition dont il s'agit, à laquelle on a donné l'appellation anglaise « seagumite », se prêterait fort bien à l'isolement des câbles sous marins de grand fond. Une compagnie serait en voie de formation pour la fabriquer industriellement. — G.

TRACTION

Un chemin de fer électrique à trains rapides entre Cologne et Dusseldorf.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* nous apprend que la municipalité de Cologne vient de passer un contrat définitif avec la société « Allgemeine Elektrizitæt » et la maison Siemens-Schuckert en vue de la construction d'un chemin de fer électrique à trains rapides entre Cologne et Dusseldorf. Cette ligne, que l'on pense pouvoir achever dans un délai de deux ans, suivra la rive gauche du Rhin. Les frais de construction sont évalués à 30 millions de francs. Les trains s'y succéderont de 20 en 20 minutes. La ligne en question doit être affectée d'abord au transport exclusif des voyageurs; elle servira éventuellement plus tard à l'acheminement des marchandises. Elle donnera la correspondance avec le chemin de fer électrique de la rive du Rhin déjà existant, en sorte que l'on aura un service entièrement électrique depuis Bonn jusqu'à Dusseldorf. — G.

USINES GÉNÉRATRICES

Extension des installations électriques des chutes du Niagara.

Nous lisons dans le *Times Engineering Supplement* qu'une récente assemblée des actionnaires de la Compagnie « Toronto Power » a décidé de consacrer une somme d'environ 15 500 000 fr à une augmentation de l'outillage de l'entreprise. Quatre nouveaux groupes électrogènes vont être installés, ce qui élèvera à 125 000 ch la puissance totale de la production de l'usine. On se propose, en outre, d'établir entre Niagara et Toronto, une nouvelle ligne de transport à distance pouvant recevoir une tension de 85 000 volts. — G.

Bibliographie

Telegraphen-und Fernsprech-Technik in Einzeldarstellungen herausgegeben von Th. Karrass. N° X. Sie Selbstanschluss-und Wæhlereinrichtungen im Fernsprechbetriebe *(La technique télégraphique et téléphonique en monographies, publiée par Th. Karrass. N° X. Les dispositifs automatiques de connexion et les dispositifs sélecteurs dans le service téléphonique)*, par A. Kruckow. Un volume format 230 × 155 mm de VIII-132 pages, avec 125 figures. Prix, broché : 10 mark. (Brunswick, Frédéric Vieweg et fils, éditeurs, 1911.)

La téléphonie automatique, qui supprime l'opératrice du téléphone et permet à l'abonné de se mettre lui-même en communication avec un correspondant quelconque, est aujourd'hui à l'ordre du jour.

En effet, on rencontre aux Etats-Unis de nombreux réseaux automatiques qui commencent déjà à faire une sérieuse concurrence aux réseaux à service manuel. De plus, nous voyons qu'en Europe l'Administration téléphonique allemande, après avoir installé quelques réseaux automatiques à titre d'essai, sans parler du grand réseau automatique de Munich, songe à adopter le service semi-automatique comme un acheminement au service entièrement automatique. Nous rencontrons également, en activité, des réseaux automatiques ou semi-automatiques en Autriche, en Hollande, dans les pays scandinaves. Enfin, plusieurs grandes maisons anglaises de construction prennent en ce moment même les dispositions convenables pour fabriquer industriellement des appareils automatiques.

La téléphonie automatique occupe donc aujourd'hui un rang important, comme nous le voyons, parmi les questions qui préoccupent l'ingénieur électricien. Aussi le livre de M. Kruckow sera certain d'un accueil favorable, étant donné que l'auteur, inspecteur des télégraphes allemands, ne s'est pas seulement borné à y étudier les divers systèmes automatiques jusqu'ici connus en donnant des descriptions plus ou moins étendues de leurs procédés de connexion. M. Kruckow s'est appliqué, dans son étude, à dégager les principes fondamentaux des différents systèmes ci-dessus (notamment des systèmes Strowger, Lorimer, de la Compagnie américaine « Automatic Electric », de la Compagnie « Rochester », de la Compagnie « Siemens et Halske », de Dietl, etc.) et à faire passer sous les yeux du lecteur un tableau d'ensemble des résultats pratiques déjà obtenus. Il a de plus étudié avec non moins de détails les systèmes semi-automatiques et les dispositifs sélecteurs qui sont de nature à améliorer et faciliter le fonctionnement des bureaux centraux à service manuel.

Enfin, il a abordé la question du prix de revient, tout au moins dans ses grandes lignes, autant que le peu d'expérience que l'on possède jusque maintenant en matière de téléphonie automatique a permis d'établir une comparaison avec le prix de revient du système manuel.

M. Kruckow a ainsi composé sur la téléphonie automatique et sur les nombreux systèmes qui la réalisent déjà une étude générale de la plus haute actualité qui ne pourra que contribuer au développement de ce nouveau moyen de communication.

Nouvelles

Cabines pour transformateurs.

La ville de Hanovre a adopté l'emploi de cabines en béton armé pour loger les transformateurs souterrains.

*
* *

Commission des distributions d'énergie électrique.

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu l'arrêté du 25 août 1909, modifié par arrêté du 4 juin 1910, 3 décembre 1910, 24 juin 1911 et 26 novembre 1911, sur l'organisation de la commission des distributions d'énergie électrique, et notamment l'article 5;

Sur la proposition du directeur du personnel et de la comptabilité,

Arrête :

Est porté de six à sept, le nombre des ingénieurs en chef ou ordinaires des ponts et chaussées, des mines ou des télégraphes, attachés à la commission des distributions d'énergie électrique, en qualité de secrétaires adjoints rapporteurs.

Paris, le 26 janvier 1912.

Jean Dupuy.

Par arrêté en date du 26 janvier 1912, ont été nommés secrétaires adjoints rapporteurs de la commission des distributions d'énergie électrique, pour l'année 1912 :

MM. Aron (Alexis), ingénieur ordinaire des mines, en remplacement de M. Ourson, chargé de l'intérim des fonctions de secrétaire, et Le Trocquer, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées, en exécution des dispositions de l'arrêté du 26 janvier 1912.

1er Concours international de Moto-Culture de Paris.

L'active Association française de Moto-Culture, dont les intéressantes manifestations de Melun et de Laon ont obtenu un si vif succès l'année dernière, ouvre la série de ses épreuves de 1912 par un grand concours qui aura lieu aux environs de Paris, immédiatement après le concours général agricole.

A l'occasion de ce premier *Concours international de Moto-Culture de Paris*, qui, nous l'espérons, se répétera chaque année à la même époque, l'Association française de Moto-Culture créera un « certificat de consommation et de rendement » qui rendra certainement les plus grands services aux constructeurs, en même temps qu'il aidera les agriculteurs à choisir la machine convenant le mieux à leurs besoins.

Nous n'avons guère besoin d'insister sur l'immense intérêt que présentera le Concours international de Moto-Culture de Paris où les agriculteurs verront travailler, les unes à côté des autres, les machines les plus variées, telles que tracteurs, treuils, charrues automobiles, laboureuses, piocheuses, bineuses à moteur, etc., et pourront ainsi juger des mérites respectifs des divers systèmes.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'*Association française de Moto-Culture*, 58, boulevard Voltaire, à Paris.

*
* *

Examen pour l'obtention du certificat d'aptitude au contrôle des chemins de fer d'intérêt local et des tramways et au contrôle des distributions municipales d'énergie électrique.

Aux termes d'un arrêté en date du 12 janvier 1912, des examens auront lieu les 10 et 11 juin 1912, dans les villes qui seront désignées ultérieurement, pour l'obtention du certificat d'aptitude au contrôle des chemins de fer d'intérêt local et des tramways, dans les conditions fixées par l'arrêté du 13 janvier 1908.

Pour être admis à subir les épreuves, les candidats doivent être Français et âgés de plus de vingt et un ans au 1er janvier 1912.

Toutes les demandes d'admission devront être adressées, sur papier timbré, *avant le 1er mai 1912*, au ministre des travaux publics, par l'intermédiaire du préfet du département où résident les candidats. Elles seront accompagnées :

1° D'une expédition authentique de l'acte de naissance du candidat et, s'il y a lieu, d'un certificat établissant qu'il possède la qualité de Français.

2° D'un certificat de moralité délivré par le maire du chef-lieu de la résidence ou par le commissaire du quartier et dûment légalisé;

3° D'un extrait du casier judiciaire remontant à moins de six mois de date.

Les candidats appartenant déjà à une administration publique n'auront pas à produire ces pièces, mais leur demande d'admission devra être appuyée par leurs chefs hiérarchiques et contenir les indications suivantes :

Nom et prénoms (souligner le prénom donné habituellement).

Lieu et date de naissance.

Administration publique.

Qualité et grade.

Service, résidence et adresse exacte.

Aux termes d'un arrêté en date du 12 janvier 1912, des examens auront lieu le lundi 17 juin 1912, dans les villes qui seront désignées ultérieurement, pour l'obtention du certificat d'aptitude au contrôle des distributions municipales d'énergie électrique, dans les conditions fixées par l'arrêté du 27 décembre 1907.

Pour être admis à subir les épreuves, les candidats doivent être Français et âgés de plus de vingt et un ans au 1er janvier 1912.

Toutes les demandes d'admission devront être adressées, sur papier timbré, avant le 15 mai 1912, au ministre des travaux publics, par l'intermédiaire du préfet du département où résident les candidats. Elles seront accompagnées :

1° D'une expédition authentique de l'acte de naissance du candidat et, s'il y a lieu, d'un certificat établissant qu'il possède la qualité de Français.

2° D'un certificat de moralité délivré par le maire du lieu de la résidence ou par le commissaire de police et dûment légalisé.

3° D'un extrait du casier judiciaire remontant à moins de six mois de date.

Les candidats appartenant déjà à une administration publique n'auront pas à produire ces pièces, mais leur demande d'admission devra être appuyée par leurs chefs hiérarchiques et contenir les indications suivantes :

Nom et prénoms (souligner le prénom donné habituellement).

Lieu et date de naissance.

Administration publique.

Qualité et grade.

Service, résidence et adresse exacte.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES

Labourage par tracteurs automobiles.

Des essais officiels, exécutés à l'École d'agriculture d'Indiana (U. S. A.) en octobre dernier par al « Purdue University », ont démontré la possibilité d'employer un nouveau mode de traction pour le défrichement et le labourage ultra-rapides de vastes territoires.

réglage en profondeur; ils sont adaptés à une sorte de forte poutrelle horizontale, sur laquelle se couplent les chaînes de 3 tracteurs automobiles.

Ceux-ci se présentent à une des extrémités de la poutrelle, à l'effet de pouvoir exécuter facilement une conversion à gauche en arrivant vers

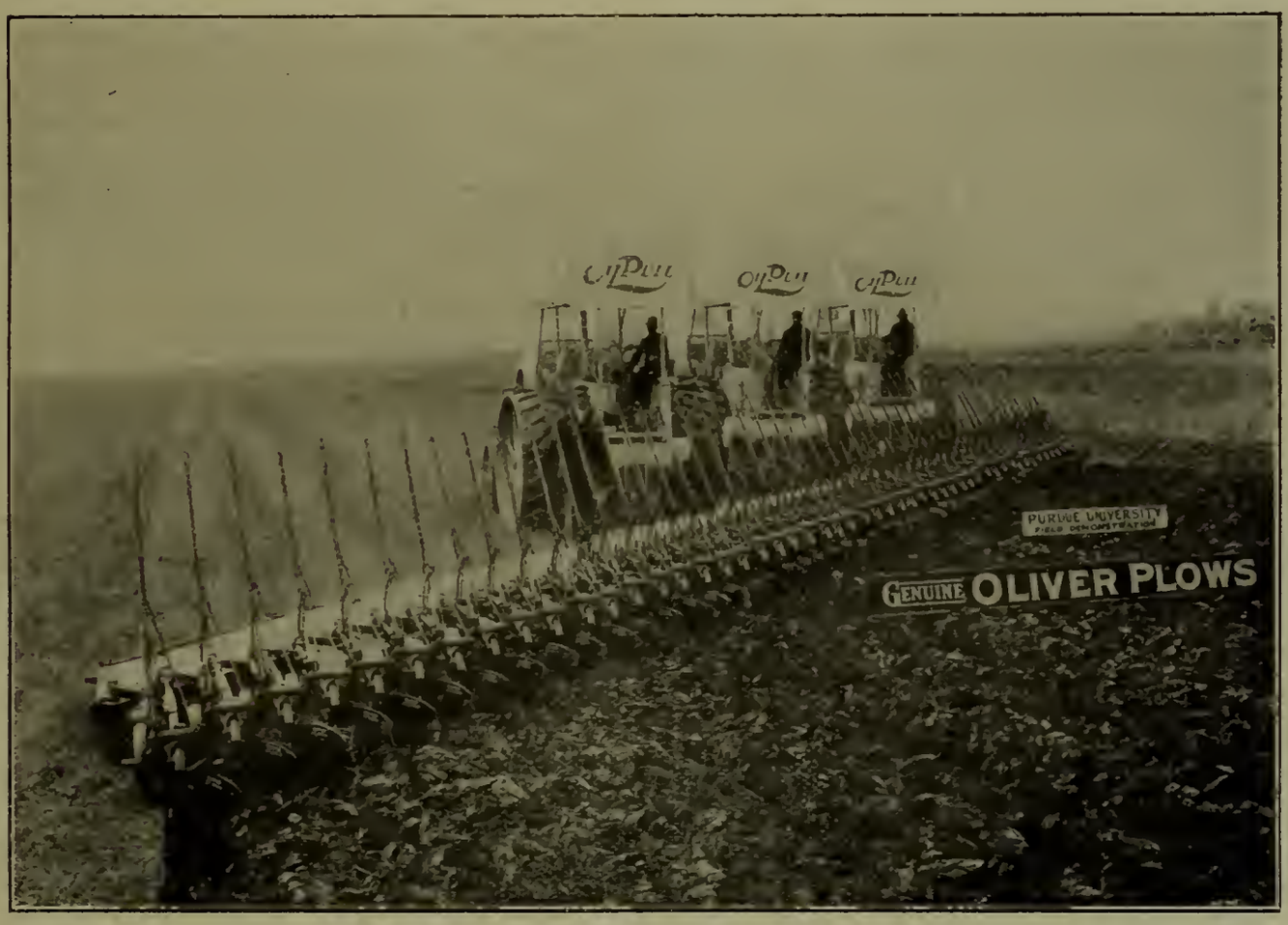


Fig 69.

Il y a une cinquantaine d'années, il fallait à un fermier et à son attelage de bœufs une bonne journée pour retourner un champ de 4000 m² environ (1 acre); en outre, la présence d'un aide pour diriger et aiguillonner les bœufs était à peu près indispensable; enfin cet ensemble parcourait plus de 16 km pour faire le travail.

La charrue gigantesque que montre la figure 69 laboure une largeur de 18 m, ce qui correspond à 28 000 m² pour chaque mille de distance parcourue; cette longueur est labourée en 4 minutes et 15 secondes.

L'engin de labour est formé d'une série de 50 socs indépendants, possédant isolément leur

les limites du champ à retourner; en résumé, la charrue marche donc de biais par rapport au point de direction.

Il résulte des observations générales qui nous sont transmises, qu'en attelant seulement quelques socs à un seul tracteur, le rendement est environ 40 à 50 0/0 plus faible que si les 3 tracteurs actionnent les 50 socs à la fois; ce fait assez curieux s'explique ainsi : la moindre difficulté, due au sol, rencontrée en cours de route, exige une réserve d'énergie assez considérable dans un engin isolé; tandis que cette réserve est très diminuée et, en outre, est répartie plus uniformément lors de l'emploi des 3 unités.

L'essai semble, d'ailleurs, avoir été fait en pays plat, mais sur un sol raboteux et inégal; pendant l'expérience, on voyait nettement chaque soc indépendant se lever et s'abaisser aussi naturellement et avec autant de souplesse qu'un navire sur une mer houleuse.

La mise en route doit être graduelle, pour que les efforts de traction se répartissent sur les tracteurs aussi uniformément que possible; dans ces conditions, le départ avait régulièrement lieu quelques secondes après que le signal en avait été donné.

Quant à la dépense d'essence, on constata qu'elle atteignait 100 litres environ par heure; au cours américain, cela représente une dépense d'environ 0,85 fr par hectare; la profondeur du sol retourné variait de 0,12 m à 0,15 m en terre moyenne.

Si on admet un territoire découvert, sans arbres ni autres accidents, cette charrue est capable de labourer 5,60 hectares par heure, ce qui, pendant une semaine de 6 jours de 24 heures, produit 800 hectares, soit annuellement un vaste domaine de 42 000 hectares; les bornes de celui-ci au carré ne sont guère, après tout, éloignées que de 20 km.

Pour exécuter ce petit travail, il suffit de 3 tracteurs avec 4 hommes, alors que par les anciens procédés 50 bons laboureurs et 150 chevaux arriveraient à peine à retourner la même surface; encore devrait-on les remplacer au bout de 10 heures.

Tels sont les nouveaux engins géants, que les populations peuvent contempler d'un œil intéressé, puisqu'ils lui promettent le pain à un bon marché inattendu.

G. Franche.

Dans une contrée où les distributions d'énergie électrique sont nombreuses, rien ne s'opposerait à utiliser des tracteurs électriques soit avec prise de courant sur une canalisation aérienne, soit par tout autre système. Cela constituerait une belle application de l'énergie électrique.

Les interruptions de service dans les stations génératrices d'électricité.

Si complexe qu'ait paru la question des dérangements dans les stations génératrices d'électricité, il y a une dizaine ou une quinzaine d'années, elle est devenue bien plus délicate encore depuis cette époque.

Avec l'emploi de génératrices à grande vitesse, de turbo-alternateurs, on a généralement vu se multiplier les accidents se produisant dans le fonctionnement du système, preuve évidente que les nouvelles machines possédaient des caractéristiques toutes différentes de celles qu'avaient les anciennes.

MM. Schuchardt et Schweitzer ont notamment signalé les constatations faites à ce sujet à Chicago, dans les usines de la Common wealth Edison Company.

C'est en 1904 que cette Compagnie fit installer ses premiers turbo-alternateurs triphasés; elle acquit quatre machines de ce genre, ayant une puissance de 5000 kw chacune; ces machines avaient le point neutre mis à la terre.

Une cinquième unité, plus puissante, ayant été installée, on constata qu'un courant relativement intense se dérivait de celle-ci vers les autres et, pour le limiter, on inséra sur la liaison du neutre avec la terre une résistance de 2 1/2 ohms.

Comme cette résistance diminue aussi le courant s'établissant sur des appareils ou câbles venant à être mis à la terre accidentellement, on l'a conservée pour toutes les autres génératrices.

Cependant, cet artifice ne suffit pas à faire disparaître complètement les conséquences graves de certains accidents et l'on dut recourir à un sectionnement restreignant les dérangements à une partie des équipements et laissant les autres non atteintes.

Ce système, auquel on a dû s'en tenir, revient jusqu'à un certain point à reprendre le mode de fonctionnement couramment appliqué à l'origine, c'est-à-dire à faire marcher chaque génératrice isolément; seulement, au lieu de génératrices de quelques centaines de kw, ce sont maintenant des groupes de 5000 kw qui entrent en jeu.

Avec de pareilles puissances, les accidents

prennent nécessairement des proportions de réelle gravité, surtout lorsque les génératrices en sont le siège; de 1906 à 1909, la Common wealth Edison Company n'a pas enregistré moins de sept accidents très importants, où les génératrices furent brûlées, occasionnant un arrêt temporaire ou total de la partie correspondante du réseau alimenté; évidemment, l'arrêt n'affecte que les sous-stations qui, dans l'intervalle, fournissent le courant au réseau à courant continu, grâce à leurs batteries; ces accidents n'en étaient pas moins désastreux : les génératrices y subissant des dégâts très importants, leurs enroulements, notamment, étaient gravement atteints.

Ce sont des faits de ce genre qui, de mieux en mieux, ont fait apprécier la nécessité de réaliser une construction mécanique d'une grande robustesse, très rigide, avec bobines spécialement enroulées; l'expérience a démontré que ces modifications sont efficaces.

Le matériel des transformateurs a également demandé à être étudié convenablement; des accidents sur les câbles se sont répercutés sur les transformateurs statiques d'une façon extrêmement marquée, y occasionnant des détériorations manifestes.

Ces accidents, — et d'autres du même genre constatés un peu partout, — indiquaient réellement qu'il est indispensable, dans les grandes usines génératrices, de réduire au minimum le courant pouvant se produire vers tout point faible et, comme ce courant dépend essentiellement de la réactance du circuit, on a été amené à augmenter cette réactance.

En ce qui concerne le matériel de la station principale de la Common wealth Edison Company, la transformation dont il s'agit a été réalisée de deux manières :

Tout d'abord, les transformateurs, dont la réactance au début était de 2,5 0/0 seulement, ont été modifiés par l'utilisation d'un nouveau bobinage, de telle sorte que la réactance en fut portée à 4,5 0/0; cette valeur est encore augmentée par l'adjonction de bobines indépendantes.

Pour les génératrices, on n'a pas recouru à une modification de ce genre, quoique l'on se propose également d'augmenter, autant que faire se pourra, la réactance dans les nouvelles machines; même, pour les grandes génératrices qui ont été acquises par la suite, on a préféré diviser la réactance totale désirée entre la machine et un auto-transformateur; on estime qu'il vaut mieux que le choc électrique s'exerce sur des dispositifs extérieurs à l'alternateur intéressé; pour des générateurs de construction ancienne, on pourrait compléter la réactance au moyen de bobines extérieures.

Les réactances additionnelles adjointes aux transformateurs sont constituées par des bobines de 4 0/0 environ, c'est-à-dire conçues pour absorber approximativement 4 0/0 de la tension composée avec le courant de pleine charge; ces bobines sont montées en série sur les conducteurs primaires à 9000 volts; elles sont en service depuis plus de deux ans et demi; il y a quelques mois, MM. Schuchardt et Schweitzer affirmaient que, depuis leurs installations, les transformateurs avaient supporté sans dommage des courts-circuits qui, en d'autres circonstances, les auraient détériorés très gravement.

Pour les générateurs, l'installation des réactances constituaient un problème bien plus difficile et l'on hésita quelque peu, à l'origine, à adopter des appareils au sujet desquels on ne possédait encore que peu de renseignements et dont l'installation devait occasionner de grandes dépenses, car pour leur trouver une place appropriée, il fallait apporter des additions assez importantes aux locaux disponibles; aussi, avant de se résoudre définitivement à les mettre en usage, jugea-t-on utile de procéder à des expériences sérieuses sur leurs conditions de fonctionnement et sur leur efficacité; effectués dans l'une des grandes stations de la Compagnie intéressée et avec l'un des plus puissants turbo-alternateurs de celle-ci, — une machine de 12 000 kw, 90 volts, 25 périodes, — ces essais ont été des plus concluants.

Ils ont mis en évidence, en même temps que la valeur pratique des dispositions adoptées pour la construction des bobines de réactance, l'efficacité de celle-ci comme moyen de protection contre les courants d'intensité trop grande, de sorte que l'on peut considérer que les bobines de réactance constitueront un organe de sécurité très utile dans les grandes installations futures.

H. Marchand.

Congrès international des applications électriques.

(TURIN, 10-17 SEPTEMBRE 1911)

(Suite) (1).

7e Section.

Accumulateurs, Electrochimie.

Electrométallurgie et autres applications.

LES MÉTHODES ÉLECTRIQUES D'ÉPURATION DE L'EAU, PAR LE Dr G. **Erlwein.**

Le rapporteur mentionne, au début de sa conférence, les anciennes propositions de Webster et d'Hermite qui ne furent pas acceptées dans la technique hydraulique pour des raisons économiques et pratiques. Leur méthode consistait à soumettre les eaux résiduelles des villes à l'action épuratrice de l'électrolyse directe entre des électrodes solubles en fer ou en fer et aluminium, ou bien à les traiter au moyen de solutions actives d'hypochlorites obtenues par électrolyse de l'eau de mer renfermant du chlorure de sodium, dans des appareils sans diaphragme à électrodes insolubles.

Le rapporteur passe ensuite à la méthode du chlore (emploi d'hypochlorites de sodium et de calcium), récemment adoptée de nouveau dans beaucoup de cas pour la stérilisation et l'épuration de l'eau potable et des eaux résiduelles. Il attire l'attention sur ce que le chlore et les solutions actives d'hypochlorites peuvent être préparés facilement sur place par l'électrolyse de solutions de chlorure de sodium à l'aide des nouveaux électrolyseurs, dont l'électrochimie a un grand nombre à sa disposition, pourvu que les prix locaux de l'énergie électrique et du sel soient normaux. Comme types de ces électrolyseurs à utiliser par les usines de distribution d'eau, il explique la construction de l'électrolyseur, système Kellner, sans diaphragme, avec électrodes insolubles en platine-irridium, qui livre des solutions d'hypochlorite à forte teneur de chlorure de sodium, puis l'électrolyseur de Siemens et Halske (système Billiter) avec diaphragme et à grand rendement, qui permet d'obtenir et d'utiliser séparément en dehors du bain les produits de la dissociation électrolytique (chlorure et soude caustique ou hypochlorite de sodium).

Le conférencier décrit ensuite les deux méthodes électriques les plus importantes mises en pratique pour l'épuration et la stérilisation de l'eau, surtout de l'eau potable, à savoir :

1° L'ozonisation;

2° L'irradiation avec la lumière stérilisante et à ondes courtes des lampes à vapeur de mercure en quartz.

Le rapporteur donne d'abord, en ce qui concerne la première méthode, un aperçu des propriétés chimiques et physiques de l'ozone : il mentionne spécialement son action sur les substances oxydables et les bactéries de l'eau, ainsi que sur l'effet stérilisant de l'air ozoné concentré sur les bactéries pathogènes du choléra, de la fièvre typhoïde et de la dysenterie qui se trouvent dans l'eau. Il décrit les appareils industriels les plus connus, Siemens et Halske, Abraham-Marmier, Otto et de Frise, dont le fonctionnement est basé sur les décharges électriques à haute tension. Vient ensuite une courte description des stérilisateurs correspondant aux divers systèmes d'ozonisation de l'eau, c'est-à-dire des appareils dans lesquels l'eau infectée est mise en contact intime avec l'air ozoné, en vue de stérilisation.

Après avoir indiqué les résultats pratiques de la stérilisation par l'ozone dans les grandes usines de distribution d'eau (Paderborn, Hermannstadt, Nice, Saint-Pétersbourg), il donne un aperçu du prix et du genre des frais d'exploitation pour l'ozonisation.

En ce qui concerne le second point, le rapporteur expose d'abord les données relatives à la construction des lampes à vapeur de mercure en quartz, puis l'effet bactéricide des rayons ultra-violets à ondes courtes (de 0,30 à 0,17) émis à travers l'enveloppe en verre de quartz. Il passe succinctement en revue les stérilisateurs à lumière de vapeur de mercure construits pour l'épuration de l'eau potable et explique les dessins des stérilisateurs de Nogier, de la Société Westinghouse, Cooper Hewitt et de Siemens et Halske.

Suivent quelques données sur la dépense d'énergie électrique et l'économie des stérilisateurs par rapport à l'action efficace sur un mètre cube d'eau.

En terminant, le rapporteur compare le système d'ozonisation de l'eau à celui du traitement par les rayons ultra-violets, systèmes qui impliquent

(1) Voir l'*Electricien*, tome XLII, 2e semestre 1911, pages 228, 241, 262, 278, 296, 313, 326, 341, 393, 406 et 421 et n° 1097, 6 janvier, page 8 et 7 février 1912, page 70.

tous deux la clarification préalable de l'eau à un certain degré au moyen de filtres rapides.

La comparaison est faite au point de vue de l'action bactéricide, de la dépense d'énergie par mètre cube et de l'économie d'exploitation, ainsi que des limites de leur utilisation pour diverses sortes d'eaux impures.

La conférence est illustrée par un grand nombre de projections lumineuses.

LA STÉRILISATION DE L'EAU DE L'AQUEDUC DE ROVIGO PAR Luigi de Andreis.

M. de Andreis, après avoir rappelé les communications sur la stérilisation des eaux présentées au Congrès de Saint-Louis en 1904 et au Congrès de Marseille en 1908, exprime l'espoir que, dans ce Congrès, la communication précédente de M. Gg. Erlwein, qui certainement sera très complète, soit suivie par une large discussion.

L'auteur n'a pas l'intention d'envahir le champ réservé à des plus compétents que lui; mais il se propose seulement de faire quelques remarques, qui, peut-être, ne seront pas dépourvues d'intérêt, sur la stérilisation de l'eau de l'aqueduc de Rovigo, la première ville en Italie qui va appliquer l'ozonisation à la stérilisation des eaux d'une de ses rivières les plus importantes, l'Adige.

Les eaux de l'Adige et du Po, dans la plaine du Polesine, sont suffisamment potables, dans les conditions normales, soit au point de vue chimique, soit au point de vue bactériologique; cela est démontré par l'expérience de plusieurs siècles et par les analyses faites dans ces derniers temps.

Mais dans les périodes de crues on n'est pas complètement sûr de leur bonté, à cause de la quantité de matières solides qu'elles tiennent en suspension.

C'est pour cette raison que la ville de Rovigo a adopté l'ozonisation, suivant les procédés Siemens-De Frise.

L'eau de la rivière, après décantation et filtrage, est stérilisée dans des colonnes de fer, suivant la méthode De Frise, c'est-à-dire sans gravier; dans ces colonnes l'eau tombe d'en haut, tandis que l'ozone monte d'en bas, en traversant des cloisons de celluloïd en forme de tamis; l'eau stérilisée est ensuite refoulée dans un réservoir et dans la conduite de distribution.

L'air est d'abord desséché par une machine à refroidissement; il est ensuite envoyé, par des compresseurs, aux ozoneurs du type Siemens, d'où il sort pour aller aux colonnes de stérilisation.

L'énergie pour l'actionnement des appareils est fournie par le réseau secondaire d'une distribution locale de courant à 220 volts, ou bien par un alternateur de réserve actionné par un moteur Diesel de 35 ch. — Des moteurs électriques actionnent la machine à dessécher, les compresseurs et les pompes. — Des convertisseurs (moteurs-alternateurs) transforment une partie du courant à 220 volts et 42 périodes en courant à 42 volts et 300 périodes, qui à son tour est transformé par des transformateurs statiques, en courant secondaire à 7000 volts et 300 périodes, destiné à l'alimentation des ozoneurs.

Un appareil optique et acoustique est destiné à signaler tout dérangement éventuel dans la conduite d'air ou dans l'installation électrique.

Quant aux effets de l'ozonisation, l'auteur rappelle particulièrement les expériences faites à Casale Monferrato par la Direction de la santé publique (Ministère de l'Intérieur), dont les conclusions sont tout à fait satisfaisantes.

L'installation est destinée à l'épuration de 1000 m³ d'eau en 12 heures; mais toutes les machines ont une réserve suffisante et même abondante.

L'auteur conclut en disant que l'installation de Rovigo, fondée sur le principe de l'ozonisation et l'installation de l'Adria, fondée sur le principe du filtrage rationnel et graduel, ont un très grand intérêt pour un grand nombre de villes italiennes, où le problème de l'eau potable attend encore sa solution.

LA STÉRILISATION DES EAUX D'ALIMENTATION DES VILLES PAR LES RAYONS ULTRA-VIOLETS, PAR M. v. Recklinghausen.

Les hygiénistes se préoccupent, de plus en plus, de la pureté des eaux destinées à l'alimentation et, pour répondre à leurs désirs, les industriels ont imaginé successivement de nouveaux procédés pour *stériliser* l'eau, ce qui signifie : pour la débarrasser de tous ses microbes nuisibles, voire même de toute espèce de germes.

Aux *filtres* simples ont succédé les installations de *filtration successive*, puis les filtrations avec emploi de *coagulants*, les procédés de *désinfection* chimique, *chlore* et *ozone*, ce dernier étant le premier procédé *électrique* proposé pour la purification de l'eau.

Le dernier perfectionnement qui ait été réalisé dans la stérilisation de l'eau est un autre procédé électrique, celui de la stérilisation par les *rayons ultra-violets*.

Bien que l'application des *rayons ultra-violets* semble être le procédé le plus récent, c'est en

réalité le plus ancien, car il a été utilisé de tout temps par la *nature*.

La lumière solaire est un des plus puissants agents bactéricides connus et c'est à son action que nous devons la majeure partie, si ce n'est la totalité de la purification naturelle des eaux.

Le pouvoir bactéricide des rayons solaires a été étudié moins en ce qui concerne la production d'une bonne eau potable qu'au point de vue de l'immunisation des eaux résiduelles des villes. Il est surprenant de voir avec quelle rapidité une rivière polluée par les eaux résiduelles d'une ville est rapidement débarrassée des bactéries qu'elles lui apportent et, en fait, rendue pratiquement inoffensive pour la santé des riverains situés en aval.

Comme, d'autre part, il est constaté que les eaux souillées, lorsqu'elles circulent dans des conduites fermées, ne perdent pas, même au contact de l'air, leurs effets toxiques, dus à la grande quantité de microbes qu'elles contiennent, il est bien démontré que leur stérilisation dans les rivières est due à la lumière du jour.

Il a été reconnu que cette stérilisation naturelle est due surtout au pouvoir bactéricide des *rayons ultra-violets* contenus dans la lumière solaire.

Dans les contrées tropicales, la température élevée est particulièrement favorable au développement des microbes. C'est, pratiquement, ce procédé que les bactériologistes imitent dans les laboratoires pour obtenir des cultures rapides de germes. Mais, en même temps, une grande intensité de lumière solaire étant répandue dans l'atmosphère, cette grande luminosité combat l'effet de la chaleur en tuant les germes qui, sans cela, se trouveraient dans les conditions les plus favorables à leur développement.

Si l'on ne se trouvait pas en présence de l'action bactéricide de la lumière solaire, quelle autre explication pourrait-on donner du fait que dans les contrées le plus sujettes au choléra, les épidémies s'arrêtent de temps en temps sans aucune raison visible? Comment pourrait-on également expliquer le fait que, dans certaines parties de l'Inde, où les habitants jettent les morts dans les rivières au lieu de les enterrer ou de les incinérer, les épidémies de choléra apparaissent à de rares intervalles, quoique les eaux soient gravement polluées dans les régions où les corps sont ainsi jetés.

Nous mentionnons ces faits seulement pour montrer que l'application de la lumière à la stérilisation n'est pas un procédé artificiel, analogue, par exemple, à l'addition de produits chimiques. Elle se rapproche beaucoup plus du moyen naturel de purification de l'eau par filtration. C'est un procédé que la nature nous a elle-même indiqué et nous n'avons rien de mieux à faire qu'à le suivre.

Les savants ont mis très longtemps avant d'étudier le procédé de stérilisation de l'eau par l'éclairage artificiel et ceci pour deux raisons. En premier lieu, c'est seulement à une époque peu éloignée que le phénomène a été analysé et qu'on a trouvé que l'action bactéricide de la lumière est due à une certaine partie du spectre lumineux, nommée *rayons ultra violets*; et en second lieu, cela tient également à ce que la découverte de puissantes sources de radiations ultra-violettes est toute récente.

Le spectre du soleil est extrêmement riche en rayons ultra-violets; mais, dans la lumière solaire qui nous parvient, une très grande partie de ces rayons a disparu par suite du pouvoir absorbant élevé bien connu de l'air pour ces rayons de courtes longueurs d'onde.

On peut facilement se rendre compte de l'effet des *rayons ultra-violets* dans les localités où l'atmosphère est moins dense, par exemple au sommet des montagnes. Les cas bien connus d'insolation dont on est frappé dans les Alpes sont dus à la moinde densité de l'atmosphère et, par suite, à l'absorption d'une plus petite quantité des *rayons ultra-violets* émis par le soleil.

Pour en venir aux sources *artificielles* des *rayons ultra-violets*, il semble que toutes les sources de lumière ordinaire en produisent en très petite quantité; mais cette quantité semble dépendre non seulement de la température de la source lumineuse, mais aussi et surtout de son agencement.

Les sources de lumière produites à basse température, telles que le gaz, les lampes électriques à incandescence et autres, sont très pauvres en radiations ultra-violettes. Au contraire, les sources de lumière basées sur l'incandescence des vapeurs en semblent très riches; toute production abondante de ces radiations semble provenir de vapeurs incandescentes et non de solides; celles qui nous viennent du soleil, par exemple, sont produites par l'atmosphère gazeuse incandescente qui se trouve à sa surface.

Les sources de lumière basées sur l'incandescence de vapeurs appartiennent en majeure partie à la classe des arcs électriques jaillissant entre électrodes métalliques. Parmi ces sources sont les arc produits entre électrodes en fer ou similaires, que Finsen a employés dans ses recherches et dans le traitement du lupus. Ces sortes d'arcs ont toutefois l'inconvénient de man-

quer de fixité et de nécessiter un mécanisme compliqué pour le maintien des électrodes à distance convenable. En autre, il se produit dans les arcs de Finsen des oxydes de fer et d'autres particules métalliques qui doivent être éloignés de l'arc sous peine de le voiler et d'y produire des perturbations.

C'est pourquoi il est préférable d'utiliser des arcs dans lesquels les vapeurs métalliques ne s'altèrent pas, et alors de les enfermer complètement de façon à empêcher ces vapeurs métalliques de s'échapper. Le type de ces arcs est la lampe à vapeur de mercure enfermée dans une enveloppe de quartz.

La lampe à vapeur de mercure, lorsqu'elle est bien établie, produit une lumière absolument fixe, uniforme et puissante. Elle a une très longue durée et par suite offre une source de *rayons ultra-violets* très économique.

Nous devons la majeure partie de nos connaissances sur l'arc à vapeur de mercure enfermé dans les tubes de verre aux travaux de P. Cooper Hewitt, l'ingénieur américain bien connu, dont les recherches ont abouti à la création de la lampe qui porte son nom.

La production de ce même arc dans les tubes de quartz a été particulièrement étudiée par Heraeus et Kuech qui, les premiers, produisaient industriellement du quartz fondu pour ces usages. Ces lampes à vapeur de mercure en quartz sont maintenant fabriquées industriellement par deux sociétés : la Westinghouse Cooper Hewitt Company, à Paris et Londres, et la Quarz Lampen Gesellschaft, à Hanau.

En vue d'une production plus intense de *rayons ultra-violets*, on a essayé de remplacer, en tout ou en partie, le mercure de ces lampes par d'autres métaux. Les lampes, ainsi constituées, ne sont pas encore suffisamment au point pour être utilisées industriellement.

On a aussi essayé de produire des *rayons ultra-violets* dans des tubes Geissler en quartz, mais leur rendement et l'uniformité de leur lumière sont de beaucoup inférieurs à ceux des lampes à arc au mercure.

Pour conclure, il faut déclarer que, pour le moment, nous ne pouvons compter que sur la lampe à vapeur de mercure en quartz genre Cooper Hewitt comme source industrielle et intense de *rayons ultra-violets*.

Il convient maintenant de définir l'expression *rayons ultra-violets* d'une façon un peu plus claire.

Les vibrations de l'éther donnent lieu, suivant leur longueur d'onde, à différents groupes de rayons assez hétérogènes :

1° Les rayons électriques (Hertz) d'une longueur d'onde allant depuis plusieurs kilomètres à 3 mm;

2° Les rayons, d'une nature encore inconnue, intermédiaires entre le groupe 1° et le groupe 3°;

3° Les rayons infra-rouges (Herschel) d'une longueur d'onde comprise entre 313 μ et 0,76 μ;

4° Les rayons visibles (Newton) compris entre 0,76 μ et 0,40 μ;

5° Les *rayons ultra-violets* (Ritter) compris entre 0,40 μ et 0,10 μ.

La vitesse de tous ces rayons est de 300 000 km par seconde.

Le quartz fondu absorbe les rayons d'une longueur d'onde inférieure à 0,2 μ.

L'air, en couche de quelques centimètres, n'absorbe guère les rayons que le quartz laisse passer; quoique en couche de plusieurs kilomètres, l'atmosphère terrestre absorbe tous les *rayons ultra-violets* émis par le soleil jusqu'à 0,28 μ à 0,3 μ.

On conçoit donc qu'il y ait une sorte d'adaptation des êtres vivants à la lumière solaire. Ils sont adaptés à la lumière jusqu'à 0,3 μ tandis que les *rayons ultra-violets*, arrêtés par l'atmosphère, sont particulièrement nocifs pour tous les êtres vivants et, surtout, pour les petits d'entre eux.

Nous avons dit plus haut que l'unique source, vraiment industrielle pour ces *rayons ultra-violets*, est la lampe à mercure en quartz. On a naturellement étudié ces lampes pour en tirer un maximum de rayons ultra-violets.

Le rendement de ces lampes en ultra-violet change, comme on pouvait s'y attendre, dans de très larges limites avec leur régime électrique, c'est-à-dire avec les watts consommés dans la lampe et avec la température de la colonne lumineuse de l'arc même.

Si l'on considère, comme efficaces pour la stérilisation, les rayons de longueur d'onde inférieure à 0,32 μ et si l'on compare les watts rayonnés sous cette forme d'énergie, on peut se rendre compte des différents régimes de fonctionnement des lampes. Par exemple, en étudiant une lampe Westinghouse-Cooper Hewitt (type 220 volts), Fabry a obtenu la transformation de 6,4 watts en radiations ultra-violettes sur 100 watts fournis à la lampe. (Comptes-rendus à l'Académie des sciences, 10 juillet 1911.) La lampe marchait avec 133 volts aux bornes et 4,2 ampères. Il a ensuite fortement refroidi la lampe en l'immergeant sous l'eau. Elle ne donnait plus que 0,13 watt en ultra-violet pour 100 watts fournis à la lampe. La lampe, grâce au refroidissement, fonctionnait avec 31,5 volts aux bornes et 11,0 ampères.

« La lampe immergée a été préconisée pour la stérilisation de l'eau dans le but d'utiliser plus complètement son rayonnement. On voit combien son emploi est peu économique, puisque son rendement est environ cinquante fois plus faible que celui de la même lampe en régime poussé! » (Fabry, *loc. cit.*).

Il est donc clair que régime « poussé » est préférable, Il y a pourtant lieu d'examiner si ce régime poussé ne nuit pas à la lampe en diminuant graduellement son émission de *rayons ultra-violets* ou même sa durée.

V. Henri (Comptes-rendus de l'Académie des sciences, 14 août 1911) a suivi plusieurs lampes qui sont restées en service presque continuel depuis plusieurs années. Il a trouvé que, même après 2000 et 7000 heures de marche, la diminution de l'intensité ultra-violette n'était pas encore appréciable.

On pouvait d'ailleurs s'y attendre d'après les résultats photométriques ordinaires obtenus avec des lampes de même type pour l'éclairage qui ne montrent guère de diminution d'intensité lumineuse après des milliers d'heures de service.

La détermination de l'intensité lumineuse des rayons ultra-violets n'est pas chose facile. Depuis longtemps, on a cherché une méthode commode pour évaluer la quantité de *rayons ultra-violets* émise par une lampe ou plutôt son pouvoir stérilisant.

V. Henri (Comptes-rendus de l'Académie des sciences, 24 juillet 1911) a comparé les différentes réactions biologiques, chimiques, etc., des *rayons ultra-violets* et il est arrivé à la conclusion que l'action des *rayons ultra-violets* sur le papier au citrate d'argent (noircissement) est un indice de grande exactitude du pouvoir stérilisant de la lampe et que la vitesse de noircissement du papier au citrate d'argent est sensiblement proportionnelle à la vitesse de stérilisation.

Les mêmes études ont permis à M. Henri de déterminer d'une façon très certaine qu'en poussant le régime de la lampe, le rayonnement ultra-violet augmente plus vite que son rayonnement visible total.

De ces travaux, et de la grande quantité d'essais faits par nous et par d'autres praticiens, on peut donc tirer avec certitude la conclusion que la lampe à mercure en quartz, brûlant à un régime voisin de celui des mêmes lampes utilisées pour l'éclairage, émet une énorme quantité de *rayons ultra-violets* et cela d'une façon constante pendant des milliers d'heures.

Il y a près de trois ans que nous, c'est-à-dire M. Henri, M. Helbronner et moi, avons commencé à étudier la stérilisation avec ces lampes au laboratoire de physiologie de la Sorbonne. Les résultats se rapportant à l'application qui nous intéresse aujourd'hui, c'est-à-dire à la stérilisation de l'eau, peuvent être résumés comme suit :

De l'eau polluée avec du *bacterium coli*, particulièrement intéressant pour les ingénieurs spécialistes des questions d'eaux, a été soumise à l'action d'une lampe Westinghouse en quartz à vapeur de mercure, fonctionnant sous 220 volts avec un débit de 3 ampères. On a fait varier la distance de la lampe à la surface du liquide. L'eau a été complètement débarrassée de bactérium coli.

En 1	seconde	à une distance de	10	centimètres.
En 4	—	—	20	—
En 15	—	—	40	—
En 30	—	—	60	—

La température a peu d'influence sur la vitesse de la stérilisation : même la glace, si elle est aussi transparente que l'eau, peut être stérilisée pratiquement dans le même temps que l'eau à l'état liquide.

La présence ou l'absence d'oxygène dans l'eau est également indifférente à l'action des *rayons ultra-violets*.

La stérilisation n'est pas due à la production d'eau oxygénée, car la quantité d'eau oxygénée produite sous l influence des *rayons ultra-violets* est si petite qu'elle serait tout à fait insuffisante pour détruire le bactérium coli. D'après les expériences de Kernbaum (comptes-rendus de l'Académie des sciences du 26 juillet 1909), cette quantité d'eau oxygénée ne commence à être dosable, par les procédés les plus minutieux, qu'au bout de huit heures d'actions des *rayons ultra-violets* sur l'eau. Or, d'après ce qui vient d'être dit, la stérilisation complète de l'eau est obtenue au bout de quelques secondes par les lampes Westinghouse L'effet bactériologique de ces lampes est donc dû, non pas à une action chimique quelconque, mais bien uniquement aux radiations ultra-violettes qu'elles émettent.

Les diverses espèces de microbes ne sont pas toutes également sensibles à la lumière ultra-violette, de même qu'elles ne sont pas également sensibles à la chaleur ou aux actions chimiques.

Leur vitesse de destruction peut être établie comme suit, à titre de comparaison : staphylocoques, 5 à 10 secondes; choléra, 10 à 15; coli, 15 à 20; thyphoïde, 10 à 20; dysenterie, 10 à 20; pneumobacille, 20 à 30; subtilis, 30 à 50; tétanos, 20 à 60.

En faisant nos expériences, nous avons toujours cherché à réaliser le meilleur rendement indus-

triel en *rayons ultra-violets*, compatible avec le maximum de durée des lampes.

Nous avons évité de les mettre en contact avec l'eau ou encore de les submerger, disposition qui, comme il est dit plus haut, non seulement diminue le rendement en ultra-violet, mais aussi donne lieu, sur les tubes lumineux, à des dépôts calcaires analogues à ceux qui se produisent sur les tubes des chaudières.

Afin de poursuivre ces expériences dans le but de déterminer les dispositions les plus favorables à adopter pour les appareils pratiques de stérilisation, nous avons établi un appareil dans lequel l'eau pouvait couler abondamment en passant successivement sous quatre lampes du type Westinghouse Silica. Ces lampes furent placées sur des flotteurs disposés de telle sorte qu'elles restent constamment à une même petite distance de la surface de l'eau. Le canal d'écoulement de l'eau avait 25 cm de largeur et 30 cm de profondeur. Le débit de l'eau a varié de 4 à 40 m³ à l'heure. Un grand réservoir d'eau polluée artificiellement par une émulsion de microbes spécialement préparée, une pompe de circulation d'eau et un compteur complétaient l'installation.

L'expérience a montré que la presque totalité de l'action stérilisante a été réalisée après le passage sous la première lampe; la seconde n'a eu que très peu d'effet; les troisième et quatrième pas du tout, l'eau étant complètement stérilisée après la deuxième lampe. L'eau contaminée contenait 5000 bactérium coli. Après son passage sous la première lampe, il n'y en avait plus qu'une moyenne de 100 et 0 après la deuxième lampe.

En tenant compte du débit de l'eau et de l'énergie consommée par la lampe, ces expériences ont montré qu'il suffisait d'une dépense de 36 watts-heure par mètre cube pour stériliser complètement l'eau polluée comme il est dit ci-dessus.

En poursuivant ces essais, nous avons été frappés des différences considérables dans les résultats obtenus sur des échantillons d'eau de transparences différentes, et nous en avons conclu que l'eau doit être aussi claire que possible pour que sa stérilisation puisse être obtenue avec le minimum d'énergie; aussi, dans nos essais ultérieurs, avons-nous toujours opéré sur une eau convenablement clarifiée.

Pour réaliser la stérilisation de grandes quantités d'eau, mettant à profit les indications fournies par les expériences ci-dessus décrites, nous avons songé à utiliser plus complètement les radiations émises par les lampes dans les diverses directions de l'espace mieux qu'en plaçant simplement une lampe au-dessus d'un courant d'eau. Dans cette disposition, en effet, malgré l'emploi de réflecteurs, peut-être seulement 30 ou 40 0/0 des radiations émises pénètrent dans l'eau et produisent leur effet. Nous avons pensé, d'autre part, qu'il était inutile d'employer plusieurs lampes pour agir successivement sur la même eau, mais qu'il était beaucoup préférable de faire passer l'eau plusieurs fois sous les radiations émises par la même lampe, en l'agitant constamment de façon à déplacer les parcelles de poussières qu'elle peut contenir et qui constitueraient des écrans derrière lesquels pourraient se cacher les microbes.

D'autre part, nous avons pensé qu'il était très important de rendre la sécurité du système aussi complète que possible en prévenant toute chance d'introduction, dans le réservoir d'eau stérilisée, d'eau qui n'aurait pas été soumise à l'action des *rayons ultra-violets*.

Ce résultat a été obtenu en établissant une relation électrique entre la lampe en quartz et une soupape automatique. Au cas où le courant vient à être fortuitement interrompu, la soupape automatique entre en action; l'eau tombe dans une conduite de vidange et ne peut arriver au réservoir d'eau stérilisée.

Notre appareil du type C³ a été spécialement étudié, sur ces bases, en vue de la stérilisation de l'eau des villes. Son débit varie de 500 à 600 m³ par 24 heures suivant le degré de clarté de l'eau. Au cas où la quantité d'eau à traiter est supérieure à ce chiffre, plusieurs appareils de ce modèle peuvent être mis en parallèle, chacun d'eux étant indépendant l'un de l'autre.

Ce type C³ comprend, outre la soupape automatique, le stérilisateur proprement dit, en fonte, à la partie supérieure duquel est disposée une monture de bronze portant la lampe Westinghouse Cooper Hewitt en quartz, de 3 ampères sous 220 volts. Les faces de cette monture qui sont en contact avec l'eau, à l'intérieur du stérilisateur, sont constituées par des glaces en cristal de roche.

Il est évident que les radiations émanées de la lampe dans tous les azimuts peuvent être utilisées pour être envoyées à travers l'eau à stériliser. Cela présente toutefois des difficultés mécaniques assez sérieuses, résultant du mode de construction des lampes. L'appareil C³ est celui qui, jusqu'à présent, a utilisé au mieux le pouvoir rayonnant des lampes, grâce à ses chicanes qui exposent à l'effet de la lampe la même eau à 3 reprises différentes, tout en l'agitant constamment.

La première démonstration pratique de cet appareil fut faite en 1910, lors du concours pour l'épuration des eaux à Marseille, où notre système est resté en service pendant plusieurs mois. Il était intéressant, en effet, de comparer sur place l'efficacité des différents systèmes qui étaient exposés.

L'eau brute était celle de la Durance. Elle passait par notre stérilisateur après avoir été clarifiée préalablement par un système de dégrossisseurs et préfiltres rapides de Puech et Chabal.

L'eau passait à travers l'appareil avec une vitesse de 500 à 600 m^3 par jour.

Lors des essais devant la commission d'étude, nous avons obtenu avec ce système une purification telle qu'il ne restait seulement qu'une moyenne de 4 germes banals sur 10 000 contenus dans l'eau brute. Le bactérium coli, qui est typique pour une eau suspecte, a toujours été annihilé par le passage de l'eau dans notre appareil.

Depuis cette première démonstration de notre système au concours de Marseille, notre procédé de stérilisation des eaux par les *rayons ultra-violets* est entré dans le pratique pour les distributions publiques des eaux de villes destinées à l'alimentation. La Société Lyonnaise des Eaux, la première, l'a adopté pour sa distribution d'eau potable à une population disséminée dans la banlieue de Rouen. Notre appareil C_3 précédé d'un filtre Puech et Chabal y est en fonctionnement régulier et constant depuis près de 9 mois. Les analyses faites en grand nombre n'ont jamais décelé des microbes nuisibles, coli ou autres, dans l'eau sortant de l'appareil.

Une installation de notre système est en construction à Isle-sur-Sorgue.

La ville de Saint-Malo et la ville d'Amiens ont décidé d'adopter notre système pour leur entière distribution d'eau.

Nous avons, par suite, établi la preuve que notre système de stérilisation de l'eau par les *rayons ultra-violets* n'en est plus à la période expérimentale, mais qu'il est pratiquement mis au point, et prêt à être appliqué à une eau quelconque, à la seule condition qu'elle soit suffisamment claire ou clarifiée par une filtration préalable.

La stérilisation de l'eau n'est, par suite, plus maintenant une simple expérience de laboratoire, ni une spéculation scientifique. Elle est devenue une possibilité pratique et, avec son entrée dans la sphère d'action des ingénieurs sanitaires, une grande quantité de maladies épidémiques ne seront bientôt plus qu'un mauvais souvenir du passé.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ÉLECTROCHIMIE

Dégraissage électrolytique.

La pratique consistant à dégraisser par l'électrolyse les objets métalliques que l'on prépare pour la galvanoplastie, s'emploie aujourd'hui, comme on le sait, de plus en plus fréquemment. Aussi ne nous semble-t-il pas sans intérêt de reproduire les explications ci-après que, d'après la *Zeitschrift für Schchwastromtechnik*, M. Adolphe Barth donne sur l'action des bains spéciaux utilisés à cet effet :

« Par dégraissage électrolytique, dit M. Barth, on entend l'élimination des matières grasses déposées sur les objets métalliques, élimination que donne l'action cathodique du courant. On avait jusqu'ici considéré ce dégraissage comme un effet de la saponification des matières grasses par la potasse caustique que dégage l'électrolyte contenant des sels alcalins. Mais, dans ces derniers temps, on a constaté que les bains échauffés de dégraissage éliminent presque aussi rapidement, sous l'action du courant, l'huile de machines, la paraffine et d'autres substances similaires qui ne se saponifient pas : il faut donc conclure qu'on se trouve ici en présence d'un simple effet mécanique. Cet effet peut être la conséquence de la production de très petites bulles d'hydrogène qui, en crevant, entraînent avec elles la matière grasse enveloppant la pièce métallique traitée. Les matières grasses ne se saponifiant pas doivent nécessairement former, à cet effet, une couche absolument mince et se déchirant facilement : c'est pourquoi on obtient les meilleurs résultats avec des bains portés à une température de 85° à 100°. Les combinaisons à base de potasse sont préférables, pour la formation de l'électrolyte, à celles à base de soude. Le mieux est d'employer du carbonate de potassium et de sodium, du carbonate de potassium ou du cyanure de potassium. » — G.

DYNAMOS

Dynamos pour l'éclairage des voitures motrices.

Au Congrès de Birmingham de l'Institution des Ingénieurs électriciens, le 10 janvier dernier, M. J. Morgan a présenté une étude sur les dynamos destinées à l'éclairage des voitures motrices routières; il fait voir d'abord l'attention sérieuse que l'on apportée, depuis quelques années, relativement au développement des divers systèmes d'éclairage électrique dans les tramways. Le problème à résoudre était triple et se rapportait : 1° à la forme et à la disposition des parties optiques de la lampe; 2° à la disposition des filaments dans l'ampoule; 3° à la production du courant. Dans son travail, M. Morgan examine brièvement la production du courant, donnant un court récit des travaux les plus remarquables et récemment effectués, ainsi que les essais qu'il a faits lui-même avec des machines de différents types. L'emploi d'une batterie seule pour fournir le courant n'est pas pratique et une dynamo est indispensable, mais la construction d'une dynamo appropriée présente des difficultés particulières et le problème de l'éclairage a pour donnée principale la dynamo. Les principales conditions à remplir à ce sujet sont : (*a*) la dynamo doit être capable d'assurer une tension pratiquement constante avec de grandes variations de vitesse et sous différentes charges; (*b*) si les variations de tension sont inévitables, le total de ces variations ne doit pas affecter sensiblement l'intensité de la lampe. Relativement à la première condition, on dispose la dynamo de manière à ce qu'elle fournisse un courant à la tension normale quand la voiture se meut à raison de 10 à 15 milles à l'heure et de maintenir la tension constante ou presque constante à toutes les vitesses supérieures qui peuvent atteindre 50 ou 60 milles à l'heure. Quand la voiture est à l'arrêt, on marche à des vitesses inférieures à 10 milles à l'heure, le courant est fourni entièrement, ou pour la plus grande partie, par une batterie montée en parallèle avec le circuit de la dynamo. Quant à la seconde condition, on sait que, dans la lampe à filament métallique, une petite augmentation de la tension normale est accompagnée relativement d'une grande augmentation de luminosité.

Les résultats d'expériences réalisées sur une lampe à 4 volts montrent qu'une augmentation de tension de 4 à 5 provoque un accroissement dans l'intensité lumineuse de 3,6 à 8. Plusieurs propositions et tentatives ont été faites dans le but de construire des dynamos réalisant les conditions ci-dessus, mais M. Morgan ne parle que du très petit nombre qui a été reconnu pratique. On a souvent dit que le problème relatif à la dynamo destinée à un éclairage de voitures motrices était absolument analogue à celui concernant l'éclairage d'un train et au sujet duquel on a tant discuté et tant écrit, et que ce qui était bon pour l'un devait être bon pour l'autre. Évidemment, c'est vrai jusqu'à un certain point, mais dans le cas des dynamos destinées aux voitures motrices sur routes, le problème présente des difficultés spéciales quant à la simplicité, aux petites dimensions compactes et à la souplesse, qualités que l'on doit obtenir à un plus haut degré que pour l'éclairage d'un train où se trouve exercée continuellement une habile surveillance. Relativemant aux dynamos à régulation électrique, M. Morgan montre que la méthode qui sert de base à plusieurs types de machines consiste dans l'emploi d'une dynamo séparée et destinée à diminuer l'excitation de la dynamo principale d'une manière telle que le champ de la machine principale varie inversement avec la vitesse. Ce dispositif présente évidemment des inconvénients, par suite de la double machine qu'il comporte. Plusieurs essais ont été réalisés pour construire des machines dans lesquelles un enroulement-série de compensation était employé avec l'idée de diminuer progressivement l'intensité du champ après avoir atteint la tension normale; on pouvait obtenir ainsi une tension constante, mais ce qu'on voulait obtenir, c'était de conserver les variations de tension dans des limites pratiques pour une variation donnée de vitesse. Une machine qui remplit cette condition a été construite par MM. Blériot pour l'éclairage de voitures motrices (fig. 70). Ce dispositif diffère

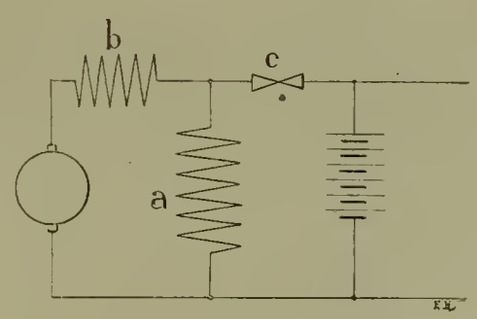


Fig. 70. — Dispositif Blériot.

des autres les plus connus en ce que l'enroulement shunt *a* est relié au circuit extérieur et que le courant quittant l'induit, passe à travers l'enroulement-série *b* avant d'atteindre l'enroulement shunt. Un commutateur centrifuge *c* ferme le circuit extérieur dès qu'une certaine vitesse est atteinte.

Ordinairement, le dispositif est identique à celui d'une dynamo à enroulement compound, sauf que l'enroulement-série agit en opposition à l'enroulement shunt. Au moyen du procédé Blériot, une variation de tension beaucoup plus grande peut être produite aux balais et le courant qui passe à travers l'enroulement shunt est soumis à des fluctuations plus petites que si cet enroulement était relié aux balais. En consé-

quence, on obtient un plus grand effet de compensation avec l'enroulement-série qu'il ne serait possible de l'obtenir autrement.

Toutes les machines qui sont réglées automatiquement par une augmentation d'intensité dans quelque partie du système qui est en communication avec le circuit extérieur semble être inutile sans batterie. De la description de la méthode Blériot, M. Morgan en déduit qu'un régulateur pourrait être obtenu en excitant séparément les enroulements de l'inducteur au moyen d'une batterie ou d'une autre source d'énergie à potentiel constant ou en employant des aimants permanents. Il croit que des machines construites avec des aimants permanents et un enroulement-série de régulation ont été mises en vente, mais il n'a pu en avoir une. Il serait surprenant que ces machines aient pu être mises en service, car l'enroulement doit exercer un effet démagnétisant et en même temps rendre les aimants inutiles. Quant à l'emploi d'une batterie séparée d'excitation, cela aurait évidemment cet inconvénient d'avoir ainsi une batterie supplémentaire qui

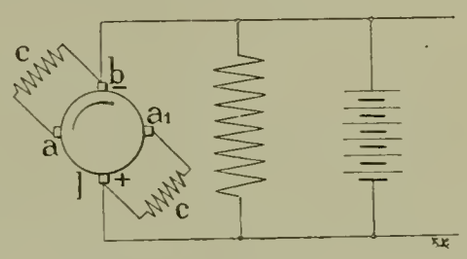


Fig. 71. — Type à balais complémentaires Trier et Martin.

exigerait une surveillance additionnelle pour conserver cette batterie en bon fonctionnement. M. Morgan déclare qu'une machine intéressante et excessivement bonne est celle de MM. Frier et Martin (fig. 71); elle est du type bipolaire à enroulement shunt et munie d'une paire de balais intermédiaires *aa'* placés à mi-distance entre les balais ordinaires *bb'*. Tous les balais sont reliés ensemble à travers une résistance *c*. Ce dispositif diffère du dispositif ordinaire Leitner en ce que les balais intermédiaires sont reliés aux balais principaux au lieu de l'être aux enroulements inducteurs; on employait dans les essais de cette machine une batterie de 8 volts. La puissance augmente rapidement jusqu'à ce que l'on ait atteint une vitesse angulaire de 1600 tours par minute; au-dessus de cette vitesse, la puissance augmente très lentement et se maintient dans des limites pratiques. Comme avec les autres machines à régulation automatique, une batterie est nécessaire et la tension et l'intensité maxima obtenues dépendent, jusqu'à un certain point, des conditions de la batterie. Les variations selon les modifications dans la charge des lampes sont insignifiantes.

Dans l'expérience indiquée, la mise hors circuit de toutes les lampes causa un accroissement de la tension maxima de 1/2 volt et une diminution d'intensité de moins de 1/2 ampère.

Avec des lampes consommant 4,5 ampères, l'intensité maximum donnée par la machine était de 8 ampères. Une autre machine intéressante est celle de Midgley-Vandervelle ou machine dite C. A. V. C'est un type avec lequel les ingénieurs électriciens ont déjà été familiarisés grâce à la machine Rosenberg relativement à sa self-régulation, basée sur la mise en court-circuit de certains enroulements de l'induit.

Le principe de la machine C. A. V. est montré sur la figure 72 dans laquelle la partie supérieure détaille les connexions et la partie inférieure, le système magnétique seul. Deux paires opposées de pôles *a* et *b* sont réunies par le corps *c*. Les pôles *a* sont munis d'enroulements shunt, tandis que les pôles *b* ne sont pas enroulés.

Le courant est appliqué au circuit extérieur par les enroulements de l'induit dans les pôles *b* à travers les balais *d* et l'induit est enroulé, de telle sorte que les balais et les bobines en court-circuit de l'induit se trouvent dans le voisinage des arêtes des pôles (*a*). Le chemin initial du flux magnétique est indiqué en diagramme par les petites lignes pointillées sur la figure inférieure. Quand l'intensité, dans les bobines en court-circuit, atteint une certaine valeur, le magnétisme développé dans ces bobines semble interrompre le flux principal et provoque une oscillation de ce flux dans les quadrants opposés, ainsi que l'indiquent les épaisses lignes pointillées de la figure. A ce moment, la machine se règle automatiquement, car l'aimantation due aux bobines de l'induit sous les pôles *b*, réagit sur le flux principal et affaiblit progressivement le champ à mesure que la vitesse augmente. Cette action atteint une limite au delà de laquelle, sous une charge donnée, la tension et l'intensité deviennent constantes à toutes les vitesses. Le fonctionnement de la machine est montré en pratique par un diagramme résumant un grand nombre d'essais réalisés à l'aide d'une batterie et d'un groupe de lampes comme dans un service ordinaire. On remarque que quand la tension maximum était atteinte, elle restait absolument

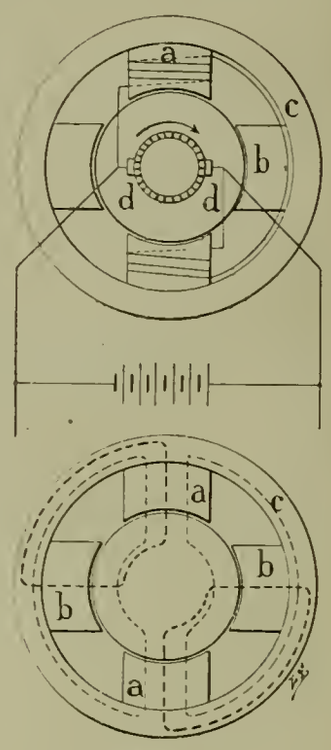


Fig. 72. — Machine C. A. V.

constante; aux plus grandes vitesses, il y avait une diminution d'intensité, ce qui est probablement dû à des contacts défectueux dans les balais. Les lampes employées étaient au nombre de 2 à 12 volts en parallèle à l'avant de la voiture et 3 à 4 volts en série pour les côtés et l'arrière. En employant seulement les lampes d'avant, la tension maximum fut de 13 à 13,5 volts, et en employant les lampes d'arrière et de côté, ce maximum atteignit 14 volts. La machine C. A. V. exige l'emploi d'une batterie avant que sa propriété de self-régulation soit assurée.

Un autre système intéressant de régulateur automatique est celui de Grole montré par la figure 73. La machine *a* est excitée séparément par une batterie *b* et l'enroulement de l'inducteur *c* est relié au pôle positif de la batterie.

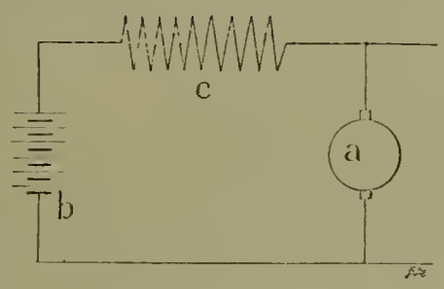


Fig. 73. — Système auto-régulateur Grole.

Avec un accroissement de tension aux balais, la différence de potentiel aux extrémités de l'enroulement diminue et, en conséquence, l'intensité du champ également. Cette action attein trapidement une limite au-dessus de laquelle la tension et la production de la machine, sur une charge donnée, restent constantes à toutes les vitesses. Ce système semble donner de bons résultats, mais il possède ce sérieux inconvénient qu'une batterie du double de la puissance normale est nécessaire afin que la moitié puisse être chargée pendant que l'autre moitié est en service. En outre, le magnétisme permanent ou résiduel de la machine semble empêcher d'obtenir une tension parfaitement constante.

Dans l'autre partie de son travail, M Morgan examine les dynamos à régulation mécanique dont l'action dépend de quelque dispositif mobile; on connaît un certain nombre de différentes méthodes. Tandis que un ou deux seulement ont quelque valeur en pratique pour le service de voitures automotrices, le conférencier en cite quelques autres comme présentant certain intérêt. Une méthode très employée de régulation consiste dans un régulateur de champ actionné extérieurement. Ceci est évidemment très simple, mais il est difficile d'obtenir un régulateur de ce genre pratique et capable de supporter les conditions de service ordinaire. Les inventeurs accordent souvent à ce sujet, leur faveur à une combinaison d'un régulateur et d'un commutateur à levier, mais c'est une complication qui ne donne pas d'aussi bons résultats que les autres dispositifs dans lesquels un régulateur seul accomplit les fonctions demandées. Par exemple, la combinaison d'un régulateur et d'un embrayage glissant donne d'excellents résultats et est très simple. Un de ces types est construit par M. J. Lucas et la figure 74 en montre une coupe. Une poulie d'entraînement *a* est disposée de manière à tourner librement sur l'arbre de l'induit *b* et, à son extrémité, contient un certain nombre de billes régulatrices *c*. Ces dernières sont logées dans des rainures, sur une plaque *d* clavetée sur l'arbre de l'induit et sont disposées de manière à supporter la surface intérieure de l'embrayage *e*. La périphérie intérieure de la poulie est de telle forme qu'elle correspond à la périphérie conique extérieure de la partie *e* et entre les deux surfaces est inséré un mince anneau de fibre vulcanisée. Des ressorts *f* servent à maintenir l'embrayage en action. A une certaine vitesse et au dessous, le mécanisme tourne d'une seule pièce, mais au-dessus de cette vitesse, les billes par leur action centrifuge réagissent contre les ressorts, soulèvent la partie supérieure de l'embrayage qui glisse. En réalité, il n'y a pas de séparation appréciable entre les surfaces de l'embrayage, mais seulement des variations de pression. On remarque que les billes sont réunies à la partie entraînée du mécanisme.

MM. Lucas ont disposé la lubrification de l'em-

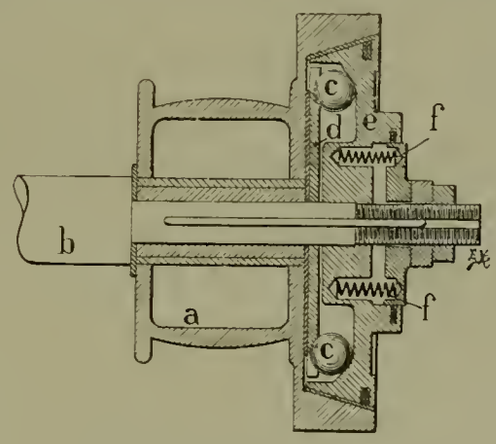


Fig. 74. — Vue en coupe de l'embrayage Lucas.

brayage de telle sorte que les surfaces sont toujours séparées par une mince couche d'huile. Par ce moyen, l'instant auquel survient le glissement est, en réalité, inappréciable et on obtient une action extrêmement douce. Comme dans les autres cas, la dynamo Lucas fonctionne avec une batterie fournissant à cette dernière environ 2 ampères quand la production maximum est atteinte.

De nombreuses controverses se sont élevées sur les mérites relatifs des machines à régulation électrique ou mécanique, non parce que les machines de tel système sont supérieures à celles de tel autre, mais parce que les avantages des deux sont à peu près égaux. Cependant, malgré les

progrès accomplis par les machines à régulation électrique, celles à régulation mécanique sont beaucoup plus généralement employées.

M. Morgan conclut en disant que la plus grande partie, sinon toutes les variations relevées dans les expériences de fonctionnement de ces machines, sont dues à la batterie. Si la batterie est complètement chargée, on obtient une tension plus élevée qui diminue après que la batterie a fonctionné un certain temps. Des résultats différents sont également remarqués après un arrêt prolongé de fonctionnement de la batterie. Si une intensité modérée est envoyée dans la batterie et que celle-ci soit suffisante pour alimenter les lampes pendant un temps assez long sans la dynamo, les variations ne sont pas très grandes (de 1 à 2 volts), mais suffisantes pour amener des différences notables dans la luminosité des lampes jusqu'à ce que les conditions normales soient de nouveau revenues. Ces faits suggèrent, par conséquent, quelques perfectionnements à apporter. — A. H. B.

LAMPES

Lampe électrique pour mineurs.

Le *Times Engineering Supplement* signale une nouvelle lampe électrique à l'usage des mineurs, que M. S. Cowper-Coles vient de produire sur le marché. Cette lampe porte deux ampoules lumineuses, l'une disposée de manière à donner une lumière diffuse, et l'autre aménagée dans un miroir parabolique, lequel permet de projeter dans toute direction désirée un rayon lumineux concentré. Le miroir parabolique, ayant reçu une couleur dorée, émet un rayon lumineux jaune, lequel fatigue moins la vue et ne projette pas des ombres aussi épaisses. Les ampoules sont, en outre, pourvues d'écrans spéciaux, si bien que, dans le cas de rupture, il n'y a pas de risque que des gaz inflammables s'allument. La lampe complète pèse 1,852 kg; elle a une puissance lumineuse de 2 bougies et peut fonctionner pendant plus de dix heures. — G.

MATIÈRES PREMIÈRES

Le sulphalium.

Suivant l'*Eletrical Review*, la Compagnie anglaise « Sulphalium Metal » de Milwall, Londres, E., vient de mettre sur le marché un nouvel alliage d'aluminium, dit *sulphalium*, qui présente une résistance mécanique double de celle de l'aluminium, sans aucun des inconvénients de ce dernier. Le nouvel alliage en question ne renfermerait pas de zinc, en sorte qu'il ne comporte pas les risques de fractures cristallines, subséquentes à des vibrations ou à des chocs. Il demeure insensible aux influences atmosphériques; d'autre part, un échantillon soumis pendant plus de six mois à une rigoureuse épreuve dans l'eau de mer n'aurait présenté, au bout de ce temps, aucune trace d'altération. Le sulphalium a la couleur argentée bien connue de l'aluminium avec une résistance mécanique double de celle de ce dernier, comme on l'a dit ci-dessus, et une densité supérieure de seulement 3 0/0. Il se travaille à peu près comme le bronze phosphoreux. On peut lui donner différents degrés de qualité et de ténacité et le préparer en lingots, en tôles ou en tiges. Les essais de tension montrent qu'on atteint son point de rupture sous une charge de 9,7 tonnes et que sa limite d'élasticité, quand il est comprimé, s'élève à 5,7 tonnes. Le sulphalium semble devoir se prêter admirablement à la construction, entre autres, des appareils électriques et des appareils scientifiques en général. — G.

RADIOTELÉGRAPHIE

La réception des radiotélégrammes météorologiques avec antennes réduites.

Dans une communication faite à l'Académie des sciences le 22 janvier 1912, M. Bouty a dit que l'état de l'atmosphère a une influence considérable sur les transmissions de télégraphie sans fil. Pour que des recherches sur ces influences aient un sens, il est avant tout nécessaire que l'isolement de l'antenne de réception demeure invariable et pour cela qu'on puisse la mettre à l'abri de la pluie et des fumées, et ne l'établir qu'au moment des mesures. Au cours d'études sur les influences atmosphériques, M. Rothé a été naturellement conduit à chercher tout d'abord à réaliser des antennes aussi réduites que possible, afin de pouvoir les établir rapidement et toujours dans le même état..

Il a fait connaître à l'Académie les premiers résultats de ces recherches, la possibilité d'entendre à Nancy, à 300 km de Paris, les communications de la Tour Eiffel, avec des antennes dont la longueur varie de 10 m à 20 m, et dont le point le plus élevé au-dessus du sol a été compris entre 2,50 m et 7 m.

En faisant abstraction de l'acuité de l'accord, le poste de réception, qui lui a donné les résultats les meilleurs au point de vue de l'intensité de la réception, ne comprend qu'un circuit d'oscillations à proprement parler : une self est mise en série avec l'antenne, sa seconde extrémité communiquant avec le sol.

Le circuit, comprenant le détecteur électrolytique à liquide immobilisé Ferrié, le téléphone et une pile, est mis en dérivation sur la self. On utilise ainsi pour la dépolarisation du détecteur

une grande différence de potentiel, sans qu'il y ait de circuit secondaire avec résonateur, influencé par le primaire.

M. le commandant Ferrié a bien voulu faire savoir que, de son côté, il avait précisément recommandé ce montage dans une notice du bureau des longitudes qui sera incessamment publiée.

Les bobines de self qui ont été utilisées par M. Rothé étaient formées par des cylindres de carton, sur lesquels on enroule du fil de cuivre isolé (diamètre du cylindre, 24,5 cm; diamètre du fil, 0,8 mm).

A mesure que l'on diminue l'antenne, on augmente la self d'accord en enroulant un nombre plus grand de spires. La réception est suffisamment intense pour que, dans la cour de l'Institut de Nancy, entourée de murs de 4 m de hauteur, on a pu prendre les dépêches en se servant de trois fils de 10 m, suspendus à une perche de 7,50 m de hauteur. Avec un seul fil de 10 m, soulevé à l'une de ses extrémités à 7,50 m au-dessus du sol, on entendait encore, bien que la compréhension des signaux fût devenue difficile.

Comme une antenne de grandes dimensions est suspendue au-dessus de la cour entre une tour de 29 m et le sol, il était nécessaire d'éviter l'effet direct des ondes produites par cette antenne principale I sur les petites. En effet :

1° L'antenne I étant accordée sur la tour et en relation avec le sol, la réception par les petites antennes voisines est facilitée;

2° L'antenne I étant isolée du sol, la réception est bonne et il est facile d'entendre avec les petites;

3° L'antenne I étant en communication avec le sol, mais désaccordée, la réception devient quelquefois moins bonne. Ces effets secondaires sont d'ailleurs variables avec les jours suivant le temps à cause des variations des isolements.

Afin de les éliminer complètement, M. Rothé a refait les mêmes expériences, sur une hauteur (la Foucotte, 300 m d'altitude), au milieu d'arbres. Les dépêches ont été prises avec un seul fil de 11 m dont une extrémité était suspendue à 5,70 m du sol, à l'extrémité d'un bambou. Avec un fil de 22 m à 12,50 m du sol, la réception était presque aussi bonne qu'avec la grande antenne du laboratoire.

D'ailleurs, dans la cour du lieu d'expérience, les dépêches peuvent être lues avec des antennes horizontales formées d'un seul fil de longueurs variables comprises entre 22 m et 75 m et placé à 3 m du sol seulement.

Ce dernier résultat semble en rapport avec le travail récent de M. Kiebitz.

On voit que ces postes réduits avec antennes aussi courtes pourront se prêter aisément aux recherches sur l'intensité de la réception. Il est aussi désirable qu'on puisse en munir les petites stations météorologiques et agricoles des départements.

On sait que la station radiotélégraphique de la tour Eiffel envoie actuellement, outre les signaux horaires, une dépêche maritime émanant du bureau central et trois télégrammes météorologiques relatifs au temps de Paris. Ces dépêches, d'une utilité incontestable pour l'organisation en France d'un service rapide de prévision du temps, pourraient être recueillies sans peine par les observateurs des commissions météorologiques à l'aide d'antennes réduites et de postes peu dispendieux.

M. Rothé indique à titre d'exemple qu'avec une antenne de 12 m de longueur on peut entendre la tour Eiffel à l'aide de deux bobines en série ayant les dimensions ci-dessus dont l'une porte 115 spires, l'autre, 55. Il est possible de parfaire le réglage en approchant ou en écartant les deux bobines l'une de l'autre.

TRACTION

Electrification du chemin de fer du Saint-Gothard.

Nous empruntons au *Times Engineering Supplement* les informations suivantes :

Le budget des chemins de fer de l'Etat helvétique pour 1912, qui vient d'être publié, contient un article spécial visant l'électrification, dont il a été déjà si souvent parlé, du chemin de fer du Saint-Gothard. Les travaux à cet effet nécessaires doivent commencer prochainement. La première section de la ligne que l'on va doter de la traction électrique sera celle d'Erstfeld à Airolo, sur laquelle les inconvénients de la fumée se font particulièrement sentir. On évalue le coût global de l'électrification de la ligne entière à 67 500 000 fr. Toutefois, du chiffre précité, il faut déduire quelque chose comme 5 500 000 fr, car cette dernière somme est indispensable, même en cas de non électrification, pour augmenter le matériel roulant en proportion avec l'accroissement du trafic. Les trois nouvelles stations centrales à construire vont être édifiées l'une à Amsteg, la deuxième à Göschenen et la troisième, la plus puissante, sur le lac Ritom, à proximité de Piolla; elles coûteront 21 370 000 fr. De plus, les installations électriques nécessaires dans les locaux des machines, etc., absorberont une autre somme de 7 630 000 fr; enfin, on réserve un crédit important pour parer aux éventualités imprévues. Les devis ont été établis en prévision que le trafic à écouler sera de 30 0/0 plus considérable que celui de 1907. Avec la traction électrique, on augmentera la vitesse de marche des trains sur toute la ligne, particulièrement entre Erstfeld et Göschenen, ainsi qu'entre Bodio et Airolo, où les trains

express circuleront à une vitesse de 46 km au lieu de 36 km à l'heure et les trains de marchandises à une vitesse de 31 au lieu de 18,5 km à l'heure. On espère que l'introduction de la traction électrique sur la ligne du Saint-Gothard donnera, comparativement aux dépenses actuelles d'exploitation, une économie de 25 0,0 environ. L'on estime même, à en juger par l'expérience jusqu'ici acquise sur la ligne Spiez-Frutigen, que l'économie pourra être encore plus élevée. — G.

Bibliographie

Die Krankheiten des stationæren elektrischen Blei-Akkumulators ihre Entstehung, Feststellung, Beseitigung, Verhutung (*Les dérangements de l'accumulateur électrique au plomb à poste fixe; leurs causes, leur diagnostic, mesures à prendre pour les faire disparaître et pour les prévenir*), par F.-E. Kretzschmar. Un volume format 210 × 138 mm de VIII-162 pages, avec 83 figures. Prix, relié : 6 mark. (Munich et Berlin, R. Oldenbourg, éditeur, 1912).

Dans toutes les installations industrielles, les moteurs de commande sont, de la part du directeur de l'usine, du chef mécanicien, etc., l'objet du contrôle le plus attentif, si bien que, d'ordinaire, les dérangements que présentent ces moteurs dans leur fonctionnement sont relevés dès leur apparition. C'est qu'en effet, un manque d'attention, un traitement incorrect apporteraient infailliblement et à très court délai des troubles capables de compromettre le fonctionnement général et de causer des dégâts irréparables.

Par contre, l'accumulateur est le plus souvent considéré et traité comme un dispositif secondaire, étant donné que, même dans le cas d'un entretien défectueux ou de manque de précautions, il peut encore fournir pendant longtemps de l'énergie, quoiqu'il présente naturellement alors, le plus souvent, une capacité fort amoindrie. De plus, les directeurs d'usines et les chefs mécaniciens n'ont, le plus souvent, que des idées fort confuses sur les conséquences du mauvais entretien d'une batterie d'accumulateurs, car l'enseignement des écoles techniques, supérieures et moyennes, et la grande majorité des traités techniques, même les plus réputés, ne fournissent que des informations nulles ou fort incomplètes sur les précautions à observer pour assurer le fonctionnement normal des accumulateurs.

On rencontre bien sans doute, dans les journaux techniques, des études sur l'accumulateur, précieuses pour le praticien. Mais ces études ne sont généralement accessibles aux intéressés qu'à grands frais et moyennant des pertes sensibles de temps.

Aussi M. Kretzschmar a-t-il cherché à réunir dans le livre ci-dessus, sous une forme concise, toutes les informations nécessaires pour le praticien, et cela sans se livrer, d'ailleurs, à une description détaillée de l'accumulateur, laquelle serait inutile pour les lecteurs auxquels il destine son étude. M. Kretzschmar s'est, en outre, abstenu d'explications étendues sur la détermination du rendement, en raison de ce que tous les défauts de la matière active peuvent se déterminer rapidement et sûrement par l'essai de capacité et par l'examen de l'acide.

L'auteur a donné à son livre, outre une introduction, les quatre chapitres suivants : I. Production d'un défaut réel et d'un défaut seulement apparent de l'accumulateur; II. Détermination des causes des dérangements; III. Mesures à prendre pour faire disparaître les défauts de l'accumulateur; IV. Mesures à prendre pour prévenir les dérangements des accumulateurs.

Elektrotechnik in Einzel-Darstellungen, herausgegeben von Dr G. Benischke, Heft 16. Die Konstruktionen elektrischer Maschinen (*L'électrotechnique en monographie, publiée par le Dr G. Benischke. N° 16. Les constructions de machines électriques*), par W. Peinke. Un volume, format 210 × 135 mm, de 114 pages, avec 272 figures. Prix : broché, 3,6 marks. (Brunswick, Frédéric Vieweg et fils, éditeurs, 1912.)

La plupart des traités sur les machines électriques jusqu'ici publiés relèguent la partie construction à l'arrière-plan, ou bien ils ne lui consacrent que quelques exemples, le plus souvent surannés. Le livre ci-dessus, par contre, étudie les divers organes des mêmes machines à tout point de vue et, autant que possible, en s'inspirant des principes les plus modernes. Il a pour objet de donner, compendieusement, un aperçu des formes d'exécutions aujourd'hui généralement appliquées dans la construction des machines, tout en laissant de côté, pour ne pas étendre par trop ses développements, les constructions spéciales telles que celles se rapportant aux moteurs de tramways, de grues et, en général, aux machines à marche rapide. Les calculs des résistances ont été également négligés.

Malgré ces omissions, l'ouvrage de M. Peinke comprend tous les éléments de la construction des machines électriques, donnant de précieuses informations pour les étudiants des écoles techniques, moyennes et supérieures, ainsi que pour les praticiens.

Il comprend les divisions suivantes : I. Introduction: II. Les tôles; III. Les organes fixes ou le stator; IV. Les organes mobiles ou le rotor; V. Les organes distributeurs du courant; VI. Les paliers, les arbres et les plaques de fondation; VII. La réfrigération des machines; VIII. Observations générales sur les bornes, les fondations. Une table alphabétique des matières permet de se reporter immédiatement à l'une quelconque des questions traitées.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

L'électrification de l'heure[1].

SYSTÈME CAMPICHE

Il y a une vingtaine d'années que M. Campiche s'occupe d'horlogerie électrique. L'idée lui en vint d'une façon qui vaut d'être contée.

Etabli horloger au Caire, il avait eu un jour à réparer une pendule-horloge dont le mouvement avait été sorti de son cabinet, le pendule étant resté suspendu à l'intérieur, sans liaison avec l'échappement. N'ayant pu terminer son travail le soir même, M. Campiche trouva le lendemain matin, oscillant encore de façon appréciable, ce pendule qu'il avait par hasard lancé la veille. Cette constatation fut un trait de lumière pour cet horloger qui n'avait jamais rien lu sur l'horlogerie électrique, et n'avait jamais eu entre les mains aucune pièce de ce genre. Il se dit que puisque les oscillations pendulaires avaient naturellement une telle persistance, il devait être facile de les entretenir par un courant électrique très faible.

Ses essais ayant abouti à la construction d'un régulateur pratique, M. Campiche en poursuivit l'application à la distribution de l'heure à des réceptrices et à des cadrans de toutes dimensions. Ses recherches et ses expérimentations aboutirent enfin à la création d'un curieux chronomètre de marine qu'on peut voir fonctionner au musée de Genève où il distribue l'heure à quinze cadrans récepteurs. Cet appareil constitue une véritable curiosité en même temps qu'un tour de force chronométrique.

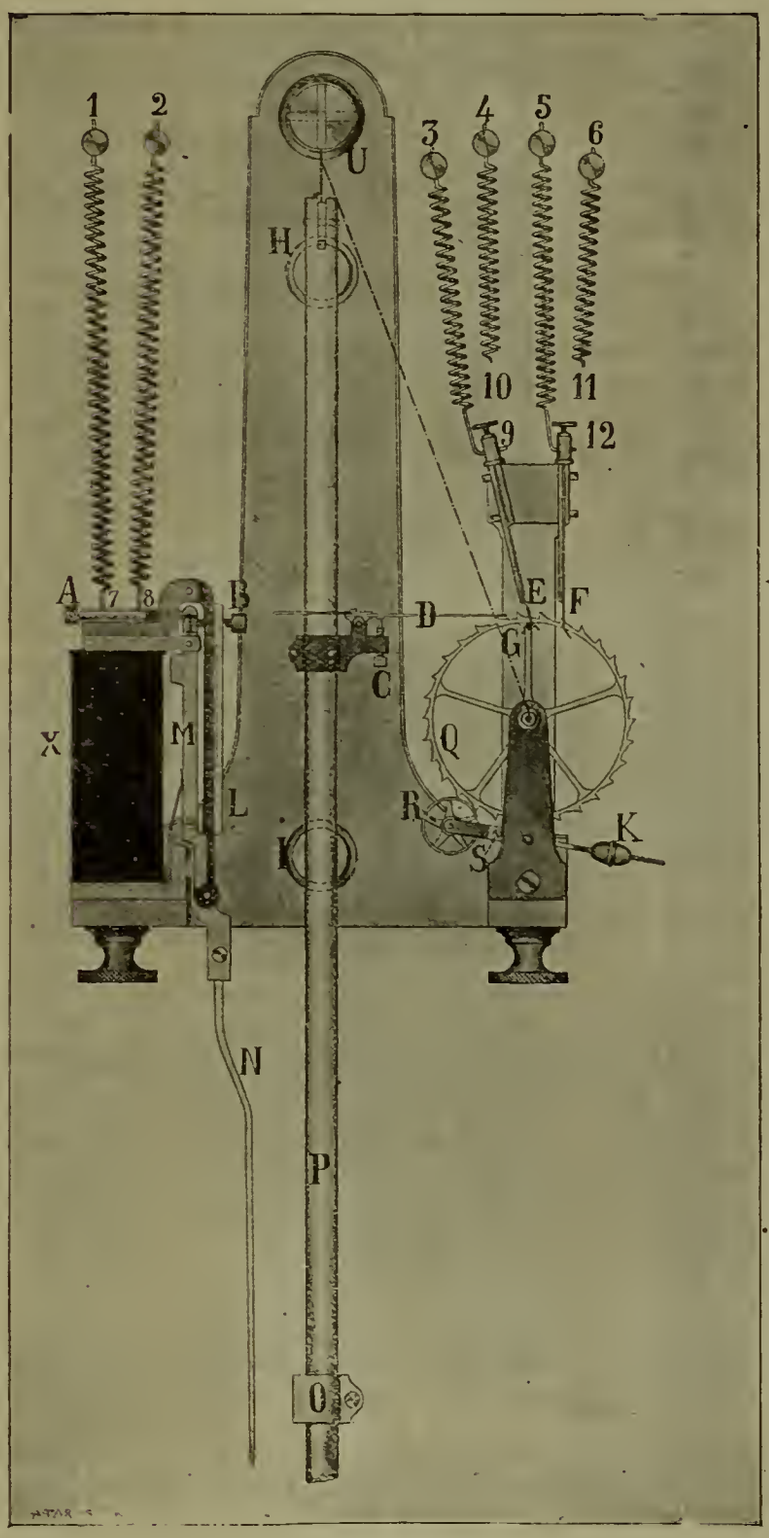


Fig. 75.

Le principe du régulateur électrique de M. Campiche consiste à *donner toutes les minutes à un pendule une impulsion, d'égale intensité et de même sens, indépendante par suite de la puissance du courant.*

La figure 75 représente le mécanisme adopté par l'inventeur.

Le pendule à seconde P porte à sa partie supérieure une petite lamelle horizontale D, dont la position est réglable en hauteur comme dans le sens latéral au moyen de vis de serrage et de réglage.

A chaque double oscillation du pendule, l'extrémité de droite de la lamelle D fait avancer d'une dent la roue d'échappement Q qui, en possédant trente, se trouve effectuer exactement un tour en une minute.

(1) Voir l'*Electricien*, tome XLII, 1911, pages 216 et 385, et tome XLIII, 1912, p. 65.

Sur cette roue Q est fixée une goupille de platine G qui, une fois chaque minute, ferme le circuit de l'électro-aimant X. Ce contact prend infiniment peu de force, étant produit par un très léger glissement de la goupille sur une surface plane. Au moment où il est établi, l'électro-aimant X attire son armature M. L'extrémité supérieure de celle-ci, dans ce mouvement, écarte légèrement, par compression de la vis B, le ressort L qui, par l'entremise de deux leviers, donne un mouvement de gauche à droite à la tige N. Cette dernière donne au pendule un petit coup de fouet d'intensité toujours égale et cela au moment précis où l'oscillation change de sens. Aussitôt que l'armature de fer doux M cesse d'être attirée, le ressort L ramène en position de repos la tige N.

Le sautoir de retenue R, équilibré en K, maintient en position la roue d'échappement Q, tout en réduisant au minimum l'effort nécessaire pour la faire tourner le frottement de roulement qu'il détermine étant sensiblement moindre qu'un frottement de glissement. Ce sautoir est en ivoire.

Le système est monté sur un bâti rigide et se démonte facilement au moyen de deux grosses vis à molette. Les bornes 1 et 2 reçoivent les fils qui vont à la pile du régulateur et aux bornes 3 et 4. Les bornes 5 et 6 sont destinées aux fils qui vont aux réceptrices et à leurs batteries. Le courant est lancé dans ces réceptrices de la même manière que dans l'électro-aimant X, par l'entremise de la goupille G qui opère à cet effet sur la surface F comme elle a opéré précédemment sur la surface E.

On peut obtenir avec un régulateur Campiche à pendule compensateur un *écart moyen diurne d'environ 6 centièmes de seconde*, écart qui peut être encore réduit pour un régulateur sous cloche à pression constante.

Le balancier employé actuellement est à tige d'*invar* qui permet un réglage rapide et susceptible de se maintenir.

Le courant est fourni par des éléments Leclanché à la tension de 1,5 volt. Le nombre peut évidemment en être quelconque, puisque l'impulsion donnée au balancier, quoique déterminée par le passage du courant, ne dépend pas de lui pour l'intensité.

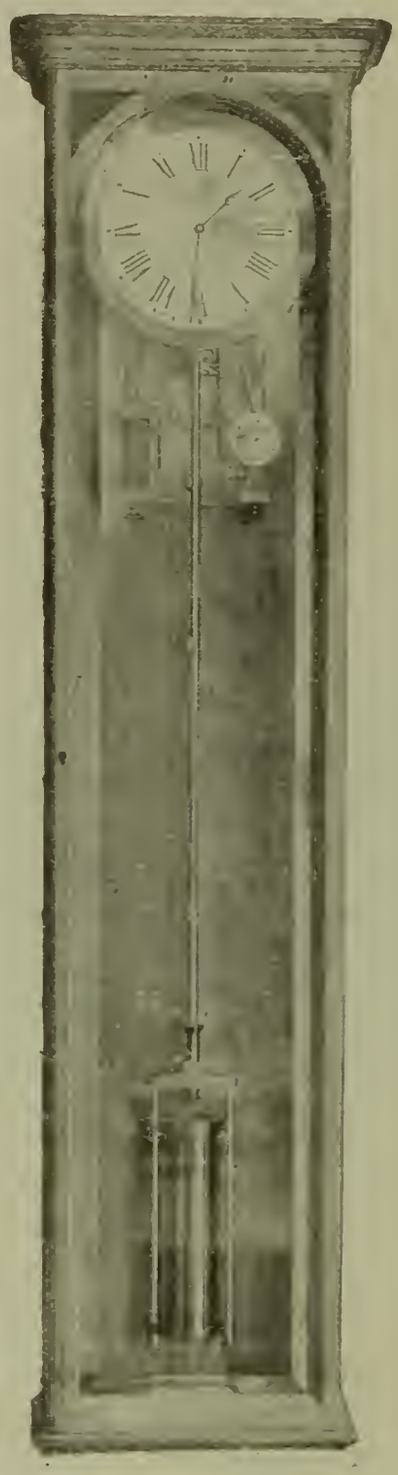


Fig. 76

La figure 76 représente un régulateur Campiche disposé pour servir de distributeur à une série de réceptrices.

Ces réceptrices sont montées en dérivation sur des circuits dépendant de relais actionnés par l'horloge mère. Avec une horloge-régulateur de ce genre, on peut faire fonctionner jusqu'à 30 relais commandant chacun 30 réceptrices, ce qui donne une capacité générale de 900 réceptrices par horloge-mère.

La consommation de courant par réceptrice est d'un dixième d'ampère sous 2 à 3 volts.

Une installation de distribution de moyenne importance peut ainsi fonctionner convenablement deux ans avec 3 à 5 éléments.

Lorsque de grands cadrans sont intercalés dans la distribution, on les fait fonctionner à l'aide de relais spéciaux qui nécessitent chacun trois éléments supplémentaires.

Le fil employé comme conducteur est généralement du petit fil de lumière, de bon isolement, en vue d'éviter le plus possible les pertes du courant. Mais on peut, à la rigueur, employer du fil de sonnerie ordinaire.

Lorsqu'il s'agit d'actionner de grands cadrans, tels que celui de l'usine à gaz de Lausanne qui mesure 4,50 m de diamètre, M. Campiche emploie un dispositif spécial destiné à assurer la stabilité des aiguilles et à les protéger contre l'action du vent.

A cet effet, l'axe de l'aiguille des minutes porte à la fois un rochet de 60 dents pointues et une roue de 60 dents carrées. Un levier moteur très puissant, et dont le déplacement est réglé par deux vis, agit sur les dents du rochet par son poids. Il est, en effet, soulevé exactement de la

hauteur d'une dent du rochet à chaque passage du courant de distribution dans l'électro-aimant qui le commande. Il prendra donc tout le temps nécessaire pour opérer le déplacement de l'aiguille de une minute sur son cadran. Il produira mécaniquement ce que produit électriquement le récepteur Hipp Favarger, ce que ne peuvent produire les récepteurs à courant instantané.

Le rochet à dents carrées a pour but d'assurer la stabilité de l'aiguille entre deux déplacements et d'empêcher que, sous l'action de la force quelquefois très grande du vent, il se produise à chaque passage de courant un déplacement de plus d'une dent. Un système de leviers et de cliquets travaillant sur trois dents consécutives de la roue à dents carrées fonctionne automatiquement et sûrement pour réaliser ce résultat. La description de ce mécanisme serait un peu compliquée et nous entraînerait dans des détails spéciaux de construction qui n'ont pas leur place ici. L'expérience a d'ailleurs démontré l'efficacité de ce dispositif.

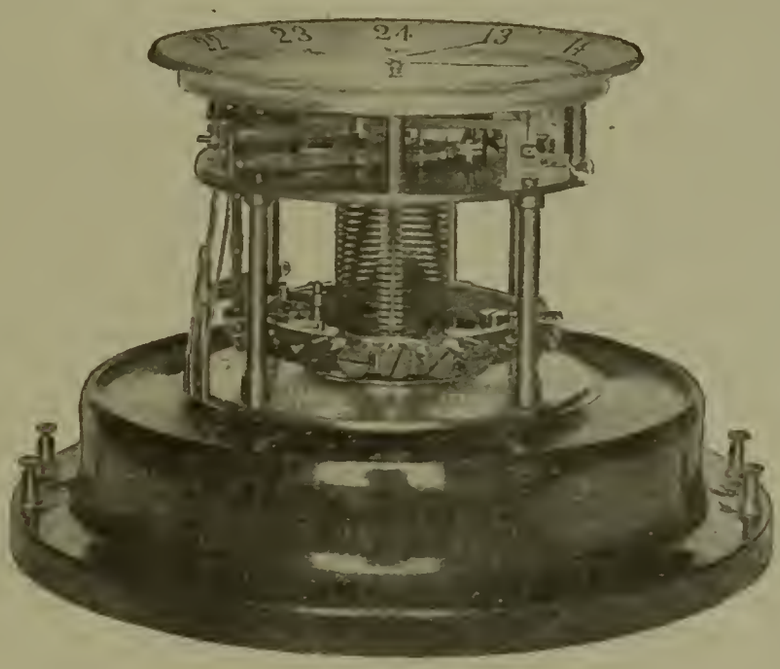


Fig. 77.

J'ai dit plus haut que M. Campiche avait réussi à transformer en distributeur électrique un chronomètre de marine. Cette invention est assez curieuse et originale pour que nous l'examinions quelques instants.

La figure 77 représente l'aspect du chronomètre en question.

Ce qui distingue particulièrement la construction mécanique de cet appareil, c'est la dimension inusitée de son balancier et de son spiral. Ce dernier ne mesure, en effet, pas moins de 3 m de longueur, soit environ six fois celle d'un chronomètre de marine ordinaire. Le balancier, lui aussi, est très grand. La figure le montre, en effet, presque aussi fort en diamètre que l'entrecolonnement des platines.

Il a une dizaine de centimètres et pèse 280 gr (1).

Ce balancier est disposé de manière à faire une vibration par seconde. Il fait donc un aller et retour en deux secondes. Et, une fois dans cet intervalle de deux secondes, il fait avancer d'une dent la roue d'échappement, qui en comporte trente, et fait ainsi un tour complet en une heure.

Cette roue d'échappement porte une cheville comme celle du régulateur dont nous avons donné la description. Cette cheville établit successivement deux contacts durant l'espace d'une minute. Le premier de ces contacts est pour l'entretien électrique du balancier. Le second, pour la distribution horaire.

La restitution de la force du balancier se fait de la même façon que celle de la force du pendule dont nous avons parlé, avec cette seule différence que le levier de lancement agit sur une cheville plantée de champ sur un épaississement de la jante de la roue. Un dispositif spécial permet de limiter à un quart de seconde exactement la durée des contacts commandant la marche des récepteurs.

L'entretien du balancier est assuré par un seul élément. La pile des réceptrices en comporte naturellement un nombre en rapport avec celui des cadrans commandés.

Un chronomètre de ce genre peut, au premier abord, sembler un contre-sens d'horlogerie. La lenteur des vibrations, la résistance occasionnée par les contacts, le lancement à des intervalles

(1) Ce poids de 280 gr pour un balancier circulaire de chronomètre, — et qui dans certains modèles du même constructeur atteint 500 gr, soit 10 et 15 fois le poids normal d'un balancier ordinaire, — a été largement dépassé dans les premiers temps de la chronométrie de marine française. Ferdinand Berthoud, qui fut le premier fournisseur officiel de notre marine, construisait pour elle des chronomètres à poids d'une manipulation difficile. Dans certain de ses tâtonnements, dont il a narré l'histoire dans son *Essai sur l'horlogerie*, cet artiste employait *deux balanciers pesant chacun 1,467 kg*. Les *spiraux* de ces balanciers avaient *60 cm de long, 18 1/2 mm de large et près de 1 mm d'épaisseur*. Il convient de dire que ce monstre ne répondit pas à l'attente de son créateur!

assez espacés peuvent paraître des causes très sérieuses d'irrégularités inadmissibles dans une pièce de marine.

Il convient toutefois de remarquer que les vibrations lentes ne présentent pas ici l'inconvénient qu'elles auraient dans un instrument marchant dans toutes les positions. Le chronomètre Campiche, comme tous ses congénères mécaniques, est, en effet, suspendu à la cardan. La résistance présentée à la marche du balancier par les contacts montés sur la roue d'échappement est insignifiante. Il y a, d'ailleurs, longtemps que certains constructeurs connus — tels M. Paul Ditisheim, en Suisse; M. Leroy, en France — ont adapté des systèmes de contacts à des chronomètres de marine ordinaires en vue de les rendre enregistreurs. Enfin, le lancement du balancier ne peut exercer sur la marche aucune influence pernicieuse, puisque la force avec laquelle il est produit est aussi constante qu'elle le peut être mécaniquement, étant, par définition, indépendante de l'intensité du courant qui parcourt l'électro-aimant d'entretien.

En fait, l'observatoire de Genève a suivi de près, en 1904, un chronomètre Campiche et a constaté que sa marche était remarquablement bonne et constante, à la seule condition que la température ne variât pas sensiblement. Le défaut de compensation constaté dans cet appareil, un des premiers sorti des mains du constructeur, est tout à fait indépendant du système électrique et peut se corriger par les moyens habituellement employés en chronométrie ordinaire.

Notons de plus que l'instrument n'est pas destiné à supplanter le chronomètre ordinaire de marine, mais à permettre la *distribution électrique de l'heure sur les bateaux où l'on ne peut songer à utiliser, dans ce but, une horloge à pendule ordinaire.*

J'ai dit plus haut que M. Campiche avait installé au musée de Genève un chronomètre de son invention qui distribue l'heure à 15 réceptrices. J'ajouterai que voici trois ans que cet appareil fonctionne sans donner lieu à aucune plainte.

Cet instrument semble appelé à rendre en mer des services d'autant plus sérieux qu'il peut, en outre de cadrans et de sonneries horaires, commander électriquement toutes sortes de signaux lumineux ou acoustiques.

Léopold Reverchon.

Les arrêts de fonctionnement des usines génératrices

D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

L'arrêt du fonctionnement d'une usine alimentant le réseau de distribution d'une localité n'est pas sans causer de graves préjudices par suite de manque d'éclairage, et aussi de l'arrêt consécutif des usines qui utilisent l'énergie électrique pour obtenir la force motrice qui leur est indispensable.

On comprend facilement que les grandes installations qui alimentent des réseaux urbains cherchent à assurer la continuité du service et à supprimer toute interruption, même momentanée. La solution de ce problème fait l'objet de recherches aussi bien de la part des exploitants que des constructeurs.

Dans une conférence faite dernièrement à la Société belge d'électriciens, M. Ed. Brandenburg a traité cette importante question et a d'abord recherché quelle était la cause de pareils arrêts de service dans une station génératrice ayant une puissance de 10 000 ch et plus.

D'après M. Brandenburg, la cause de ces accidents doit être recherchée dans les actions secondaires qui se produisent dans les appareils utilisés pour éviter ces interruptions et, à l'appui de cette opinion, il s'exprime ainsi :

« Autrefois, on n'utilisait guère, pour la protection des machines, que des fusibles et parfois des interrupteurs automatiques à minimun; pour celle des câbles [à basse tension], des fusibles également. Les câbles, sortant en gros paquets des usines, si l'un deux se mettait en court-circuit, très souvent il en résultait des déflagrations qui en touchaient plusieurs autres. Il s'ensuivait qu'après le fonctionnement des fusibles, les câbles restants se trouvaient chargés au point que les autres plombs sautaient les uns après les autres.

« Actuellement, avec l'emploi de hautes tensions, le danger est plus grand encore.

« Dans un réseau à basse tension, la résistance des câbles peut être considérée comme relativement grande, comparée à la force électromotrice agissante, tandis qu'il n'en est pas ainsi dans un réseau de haute tension, de sorte que si, par

malheur, un câble, et surtout un câble quittant directement l'usine, se met en court-circuit, ce sera toujours un court-circuit excessivement important qui surchargera énormément l'usine. De plus, l'ouverture d'interrupteurs coupant de fortes charges provoque chaque fois des surtensions dont la propagation peut créer plusieurs défauts successifs malgré un isolement relativement bon.

« La présence de parasurtensions ne permet pas toujours d'éviter le dommage, car ces appareils ne peuvent qu'écouler ces surtensions plus ou moins rapidement, mais n'empêchent pas leur formation.

« Ce n'est pas seulement dans les câbles que peuvent naître des défauts, c'est aussi dans les machines elles-mêmes.

« Anciennement, dans les usines comportant de nombreuses unités, l'arrêt d'une machine était sans grande répercussion; la surcharge qui en résultait était généralement peu importante et ne dépassait pas les limites que les machines pouvaient supporter. Un tel accident ne provoquait qu'un certain trouble dans la tension.

« Actuellement, la tendance est d'augmenter de plus en plus la puissance des unités dans les usines génératrices et dans les sous-stations. Il s'ensuit que lorsqu'une des unités vient à manquer, la surcharge devient vraiment dangereuse pour le petit nombre de celles qui restent.

« On prend généralement, il est vrai, la précaution de mettre un nombre suffisant d'unités en marche pour qu'elles puissent supporter la charge de l'unité mise hors de service; mais on se base forcément sur la supposition que cette charge doit se répartir d'une manière plus ou moins égale; or, en pratique, il n'en est pas toujours ainsi.

« Les câbles de raccordement étant souvent reliés aux barres d'une façon dissymétrique, la résistance des machines, raccordement compris, varie beaucoup de l'une à l'autre. Il en résulte que la courbe des chutes de tension est différente pour chacune d'elles et que, s'il survient un accident, les machines ne prennent pas toutes la même part de surcharge. Bien d'autres causes accessoires peuvent intervenir dans ce sens.

« En réalité, c'est l'unité dont la courbe des chutes de tension est la moins surbaissée qui prend la plus forte part de la surcharge. Son interrupteur à maximum fonctionnne et la surcharge augmentant sur les autres unités en marche, leurs interrupteurs déclenchent l'un après l'autre et toute l'usine se trouve du coup hors de service. »

On voit donc que le fonctionnement des appareils utilisés pour la protection des circuits peuvent amplifier le dérangement ou en amener un autre qui cause les interruptions.

Nombre d'électriciens suppriment le plus possible l'emploi des fusibles et des interrupteurs à maximum. La plupart d'entre eux se bornent à placer sur le circuit des génératrices des interrupteurs destinés à protéger l'usine contre les accidents intérieurs et ils comptent sur l'élasticité de puissance des moteurs pour supporter la surcharge qui est alors suivie d'un ralentissement et d'une chute de tension et de fréquence, mais non d'un arrêt complet. Les électriciens qui ont adopté cette manière de voir n'emploient, pour protéger les câbles, que les relais différentiels de Mertz-Price.

M. Brandenburg estime que l'emploi exclusif de ces appareils n'assure pas toute la sécurité nécessaire. En effet, il arrive fréquemment que l'interrupteur protégeant un récepteur quelconque ne fonctionne pas et alors il en résulte la formation d'arcs entre phases et, par suite, un court-circuit; le câble d'amenée se trouve alors surchargé et peut être complètement brûlé.

L'auteur suppose le cas d'une usine très importante dans laquelle une unité vient à faire défaut et il examine dans quelles conditions les autres unités supporteront la surcharge.

Il en résulte toujours, dit-il, un excès de consommation de vapeur, et les chaudières pourraient ne plus suffire, car les chauffeurs se trouveront surpris; l'on pourrait donc se trouver en présence d'un arrêt par suite du manque de pression.

L'opinion qui prévalait dans ces derniers temps : « l'excès de précautions est une nuisance », n'a donc que la valeur relative d'une théorie opportuniste qui ne peut être considérée comme un principe définitivement assis, actuellement surtout que les contrats de fourniture de courant deviennent de plus en plus sévères. De lourdes pénalités sont prévues, même pour le cas de simples chutes de tension ou de fréquence.

La fréquente répétition de tels accidents cause d'ailleurs sur l'abonné un effet moral désastreux et l'incitera bien souvent à s'installer lui-même. Aussi l'on peut dire que tout moyen d'atténuer les inconvénients des énormes concentrations de puissance dont les usines actuelles offrent l'exemple sera toujours le bienvenu.

Il y a bien l'emploi de câbles de secours reliant entre elles deux usines voisines, mais ce moyen n'est qu'un palliatif et encore n'est-il pas toujours applicable.

Le remède commence à se dessiner dans la

voie du sectionnement et de la marche en unités multiples.

La marche en parallèle n'a de raison d'être, en effet, que pour permettre d'utiliser les machines sous bonne charge. Si, aux heures de fort débit, on sectionne les barres générales, on supprime, de ce fait, le danger d'arrêt total, à la condition, toutefois, que les réseaux ainsi alimentés par une unité soient distincts des autres ou ne soient reliés qu'en un petit nombre de points par l'intermédiaire d'interrupteurs automatiques ou de fusibles dont le rôle, en cas d'accident, serait d'isoler le réseau en dérangement.

Lorsque les conditions de marche d'une unité cessent d'être économiques, on peut reprendre, pour un instant, la marche en parallèle, afin de permettre à l'unité voisine d'alimenter les feeders desservis par celle que l'on veut arrêter.

Les surtensions sont alors localisées par le fait de ce sectionnement; il en est de même pour les chutes de tension, de fréquence et de facteur de puissance. De plus, on limite la puissance absorbée par un court-circuit éventuel à celle d'une seule unité. C'est là un point capital, car, à mesure que les usines génératrices voient leur puissance augmenter, il devient difficile, sinon très coûteux, de munir chaque circuit de départ d'interrupteurs capables de couper la totalité de la puissance de tous les groupes électrogènes en service. Cette condition est rigoureusement nécessaire, puisque tous les groupes débitent en parallèle sur le défaut.

Le système qui vient d'être décrit n'est pas utilisable tel qu'il vient d'être exposé, car l'obligation de manœuvrer, à chaque instant, les interrupteurs de sectionnement serait considérée comme une sujétion inapplicable. D'ailleurs, en cas d'accident, on ne pourrait pas profiter du fonctionnement de plusieurs unités en service pour supporter des à-coups partiels ne dépassant pas la puissance de pleine charge de leur ensemble. Il faut donc que le sectionnement ne soit appliqué qu'en cas d'absolue nécessité et que, normalement, la marche en parallèle puisse s'effectuer, comme auparavant, sans difficulté.

Certaines usines génératrices des Etats-Unis ont réalisé des dispositifs de ce genre en employant des réactances pour diviser les barres générales. Ce dispositif est très simple, mais il présente l'inconvénient de rendre très difficile le maintien d'une tension constante, parce que ces réactances se trouvent constamment en circuit. On peut néanmoins l'utiliser lorsque les usines n'alimentent que des sous-stations ayant des convertisseurs tournants.

On a réalisé à l'usine de Saint-Denis, qui alimente le Métropolitain et certains secteurs de Paris, un système semi-automatique. Le sectionnement s'opère en une fois par un dispositif de commande à distance; donc l'électricien, entendant le bourdonnement d'un alternateur ou percevant tout autre indice d'accident, peut le réaliser à son gré.

C'est certainement, jusqu'à présent, le meilleur système existant, quoiqu'il exige encore toute l'attention de l'électricien et l'on peut dire qu'au moment où l'on entend le bourdonnement, il est peut-être trop tard pour parer au défaut.

Les dispositions brevetées qui vont être décrites assurent l'automaticité désirable avec toutes les qualités de souplesse et de précision nécessaires pour obtenir un bon service.

Dispositif principal. — Il a pour but de rendre les interrupteurs de sectionnement automatiques, pour que le sectionnement n'existe que virtuellement, et qu'il ne s'effectue qu'en cas d'accident.

Il faut que le dispositif soit assez souple pour permettre de délimiter, suivant les besoins, le nombre de feeders desservis par une unité en marche, c'est-à-dire l'étendue des sections; il ne faut pas, qu'en cas d'accident, des feeders faiblement chargés et sur lesquels ne se trouve pas directement branché un alternateur en marche, puissent être privés de courant par le fonctionnement des interrupteurs de sectionnement.

On pourra dès lors, en toute sécurité, ne protéger les unités génératrices que par une action de retour, l'action maximum étant reportée au point où elle est vraiment utile et n'offre pas de danger, c'est-à-dire sur le passage des courants d'échange de section à section et sur chaque feeder individuellement.

Description du dispositif principal. — La figure 78 représente schématiquement une vue d'ensemble d'une usine équipée suivant ce dispositif. Les barres générales (1) sont de préférence disposées en anneau. Entre chaque raccordement d'alternateur (4) se trouve un interrupteur de sectionnement (2). Les feeders (3) sont groupés en nombre proportionnel à la puissance des unités.

S'il existe une unité de réserve, donc une unité de plus que le groupe de feeders, on pourra, en se servant des commutateurs (5) permettant de raccorder indifféremment chaque unité à l'une ou l'autre des deux sections voisines de l'anneau, faire en sorte, sans nuire à l'intégrité du système, qu'une unité quelconque puisse être mise hors service.

Ainsi, si l'on suppose qu'au moment considéré

les génératrices A, B, C et D fonctionnent, la génératrice I étant en réserve, et qu'on veuille mettre hors de service, pour visite ou réparation la génératrice D, par exemple, il suffira de placer le commutateur O dans la position indiquée en pointillé, les commutateurs K, L et M pouvant conserver leurs positions primitives, tandis que le commutateur N est mis dans la position neutre.

Chaque unité est protégée, lorsqu'elle se trouve en service, par un interrupteur à déclenchement automatique (6) commandé par un relais (7) qui peut être à maximum, mais qui, le plus souvent, n'est qu'à renversement. Pour provoquer, lorsque les circonstances le commandent, le déclenchement de l'interrupteur (6), ce relais (7) livre passage, par l'intermédiaire de la ligne générale (8), au courant d'une batterie auxiliaire (9).

Un second relais à maximum (10) met sous tension, par l'intermédiaire de la ligne (11) et d'un interrupteur auxiliaire à commande électrique (12), la ligne (13), sur laquelle sont branchés les circuits de déclenchement des interrupteurs de sectionnement (2).

Chacun de ces circuits est verrouillé par un contact (14) fermé du fait de la mise en service de la génératrice la plus proche, dans un sens déterminé, toujours le même, celui contraire au sens de marche des aiguilles d'une montre dans le cas de la figure. Ce contact pourra, par exemple, être dépendant de l'interrupteur protégeant directement la génératrice, ainsi que le représente la figure; mais si le relais (7) commandant cet interrupteur est à action rapide, il est préférable de faire dépendre le contact (14) de toute autre partie de la machine, l'interrupteur d'excitation, par exemple, qui ne peut l'ouvrir avant que le sectionnement ne soit effectué.

En cas d'accident, ce dispositif fonctionne comme suit : un dérangement quelconque déterminant une surcharge de l'un ou de l'autre des alternateurs en marche, le relais (10) correspondant se ferme Lorsqu'un de ces relais (10) a fonctionné, la ligne (13) étant du fait mise sous tension, les conctacts de verrouillage (14) des alternateurs en marche livrent passage à un courant provoquant le déclenchement de l'interrupteur de sectionnement voisin. Par suite, lorsque plusieurs unités sont en service, les sections se délimitent chacune par la position du raccordement de ces unités aux barres générales.

L'étendue des sections ainsi composées diminue au fur et à mesure que le nombre d'unités en service augmente.

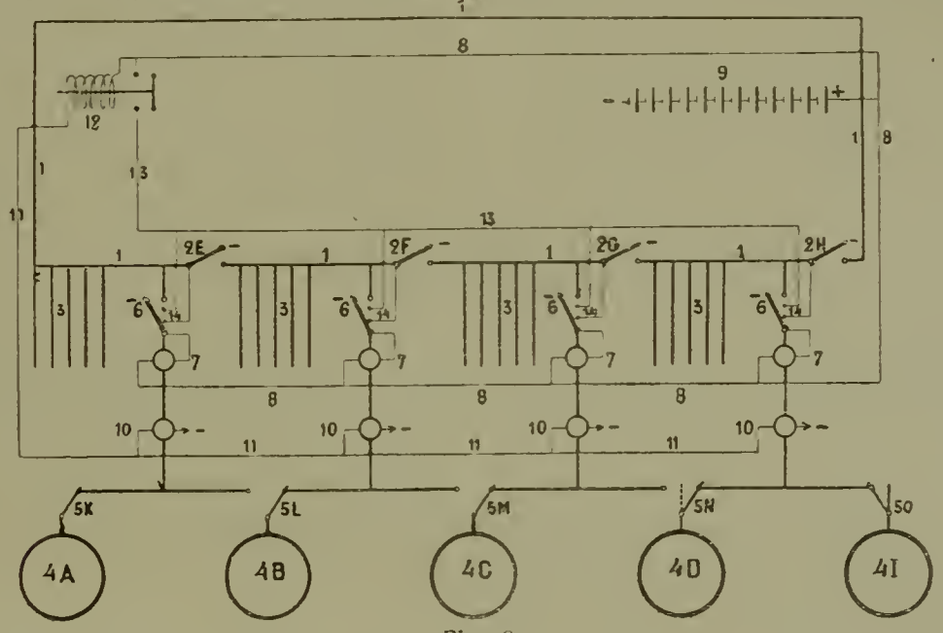


Fig. 78.

Si l'on suppose, en effet, que l'installation comprenne quatre génératrices A, B, C, D, comme le montre la figure 78, et que chacune de celles-ci fonctionne pour alimenter le réseau, les quatre contacts de verrouillage correspondants seront fermés de manière à permettre le déclenchement de tous les interrupteurs de sectionnement E, F, G, H. Les barres générales seront donc virtuellement divisées en quatre sections et, en cas d'accident ou de trouble quelconque provoquant une surcharge des alternateurs, le déclenchement de ces interrupteurs se produit automatiquement de manière à isoler les sections et empêcher ainsi la détérioration ou l'arrêt des alternateurs qui ne desservent pas directement la section en dérangement.

Si deux génératrices, B et D par exemple, suffisent pour alimenter le réseau au moment considéré, les barres générales seront virtuellement divisées en deux sections délimitées par les interrupteurs de sectionnement F, H dont les bobines de déclenchement sont les seules qui puissent fonctionner, les contacts de verrouillage des

autres étant ouverts, par suite de l'ouverture des interrupteurs desservant les génératrices à l'arrêt.

Par l'emploi de contacts de verrouillage, on évite donc que les feeders reliés aux sections desservies indirectement par les alternateurs B et D puissent être séparés de toute source de courant par le fait d'un sectionnement intégral.

L'interrupteur auxiliaire (12) n'est pas indispensable, mais c'est un intermédiaire économique parce qu'il permet d'employer des relais (10) de construction ordinaire qui ne pourraient supporter sans détérioration le passage de forts courants. Il peut servir à mettre en action une sonnerie attirant l'attention de l'électricien chargé du service.

On peut même, en réunissant en un seul appareil le relais (7) lorsqu'il est à renversement et le relais à maximum (8), se passer de la ligne générale (13). On le fait agir à la fois sur les interrupteurs (2) et (6).

Cette simplification n'est cependant pas à conseiller, car l'emploi de la ligne (13) permet de différencier l'action à maximum agissant sur les interrupteurs (2) et (6).

Il suffit pour cela d'employer deux relais à maximum dont l'un, celui qui agit sur l'interrupteur (6), peut être combiné avec un relais à renversement et être réglé pour une plus grande limite de temps et une plus grande intensité de courant. De la sorte, on est certain que le sectionnement s'opérera avant tout.

L'électricien devra se guider sur la charge des feeders, non seulement pour la détermination du nombre d'unités à mettre en marche, mais aussi pour le choix de ces unités, ce choix déterminant la composition des sections

Pour réduire au minimum les perturbations en cas de sectionnement éventuel, il devra veiller à ce que la charge des unités en marche soit sensiblement égale à celle des feeders de la section, pour rendre autant que possible nulle la valeur des courants d'échange de section à section.

Pour ne pas faire dépendre la sécurité de fonctionnement de tout le système d'un unique interrupteur (12), il est à recommander d'en placer plusieurs en parallèle.

Les schémas indiquent l'existence de batteries auxiliaires pour assurer le fonctionnement des lampes témoins, des relais et des interrupteurs. Il est, en effet, très utile de soustraire ces appareils à l'influence de la chute de tension qui se produit en cas d'accident aux bornes de la batterie principale et qui pourrait entraver leur bon fonctionnement.

On ne peut employer, pour commander isolément à distance les interrupteurs de sectionnement, les mêmes bobines que pour leur commande automatique, car celles-ci sont toutes montées en parallèle et provoquent, par suite, leur fonctionnement simultané.

(*A suivre*).

Décisions de la Commission électrotechnique internationale.

(RÉUNION DE TURIN-1911.)

SYMBOLES. DIAGRAMMES POUR COURANTS ALTERNATIFS.
SPÉCIFICATIONS DES MACHINES.

Les décisions suivantes sont adoptées provisoirement par la Commission électrotechnique internationale :

Symboles.

1° *a*. Les grandeurs électriques instantanées (variables dans le temps) sont représentées par des lettres minuscules;

b. Les grandeurs électriques efficaces ou constantes sont représentées par des lettres majuscules;

c. Les valeurs maxima de grandeurs électriques sont représentées par des lettres majuscules affectées de l'indice *m*;

d. Les grandeurs magnétiques, constantes ou variables, sont représentées par des lettres majuscules, rondes, gothiques, grasses ou type spécial;

e. Les valeurs maxima des grandeurs magnétiques périodiques sont représentées par des lettres majuscules, rondes, gothiques, grasses ou type spécial affectées de l'indice *m*;

f. Les grandeurs suivantes sont représentées par les lettres ci-après :

Force électromotrice	E, e	
Quantité d'électricité	Q, q	
Coefficient de self-induction ...	$\mathfrak{L}$ L	
Intensité de champ magnétique.	$\mathfrak{H}$ H	à titre d'exemple seulement.
Induction magnétique	$\mathfrak{B}$ B	

Longueur. . . . . L, l.
Masse. . . . . M, m.
Temps. . . . . T, t.

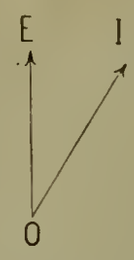
2° Les lettres I, E, R, sont adoptées définitivement pour représenter respectivement le courant, la force électromotrice et la résistance, dans l'expression algébrique de la loi d'Ohm.

3° Dans les questions relatives aux courants alternatifs, l'expression *puissance réactive* est adoptée pour désigner la quantité UI sin φ.

Diagramme pour courants alternatifs.

Dans les représentations graphiques des grandeurs électriques ou magnétiques alternatives, l'angle correspondant à une avance de phase doit être porté dans le sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre.

Note. — L'expression symbolique de l'indépendance d'une bobine de réaction ayant une résistance R et un coefficient de self-induction L est alors $R + \sqrt{-1}\, L\omega$ et celle d'un condensateur de capacité C,



$$\frac{1}{\sqrt{-1}\, C\omega}, \quad (\omega = 1\pi \times \text{fréquence}).$$

La convention dont il s'agit conduit à la figure ci contre dans le cas d'un courant OI en retard de phase sur une force électromotrice OE.

Spécifications des machines.

En ce qui concerne la puissance des machines à courant continu et lorsqu'il n'en est spécifié autrement :

a. Les générateurs électriques sont caractérisés par la puissance électrique disponible à leurs bornes;

b. Les moteurs électriques sont caractérisés par la puissance mécanique disponible sur leur arbre;

c. Les puissances électrique et mécanique sont exprimées en watts internationaux.

Congrès international des applications électriques.

(TURIN, 10-17 SEPTEMBRE 1911)

(Suite) (1).

7e Section.
Accumulateurs. — Electrochimie.
Electrométallurgie et autres applications.
(*Suite.*)

PRODUCTION DIRECTE DE L'ACIER AU MOYEN DES MINERAIS DE FER TRAITÉS AU FOUR ÉLECTRIQUE, PAR **Remo Catani.**

Dans son rapport, M. Catani expose que les anciens procédés, non électriques, peuvent être groupés en deux classes : les procédés où l'on traite seulement le minerai et ceux où il est mélangé à d'autres fers.

Les premiers procédés nécessitaient une grande consommation de combustible et une forte perte en fer. Les autres produisaient un métal dont seulement une partie venait du fer des minerais.

Les fours électriques donnent des résultats bien supérieurs. Ils utilisent non seulement l'effet thermique du courant, mais aussi l'action électrolytique du courant dans un bain de minerais de fer fondus; ces procédés électriques peuvent être classés en fours purs et en fours combinés.

Les procédés directs emploient plus de charbon que les procédés indirects (hauts fourneaux électriques). Les principaux procédés directs électriques expérimentés ou proposés sont ceux de Stassano (1898), Harmet (1904), Chaplet-Néo Métallurgie (1909), Lash (1908), Roechling Rodenhauser (1910); toutefois on a des résultats pratiques seulement pour les procédés Stassano, Chaplet-Néo Métallurgie, Lash et Roechling Rodenhauser.

L'importance industrielle de ces quatre procédés est bien différente. Pour les analyser, l'auteur a groupé dans une table les consommations des matières premières et de l'énergie pour produire une tonne de métal, calculées d'après les communications des inventeurs; on a discuté ces chiffres; dans une autre table on a groupé les prix de revient calculés en suivant les données de la table précédente et les prix des matières tels qu'ils résultent des publications officielles italiennes.

Les conclusions du rapport sont les suivantes :

(1) Voir l'*Electricien*, tome XLII, 2e semestre 1911, pages 228, 241, 262, 278, 296, 313, 326, 341, 393, 406 et 421 et n° 1097, 6 janvier, page 8, 7 et 24 février, 1912, pages 70 et 116.

1° Les fours électriques employés pour la réduction directe des minerais de fer utilisent seulement l'effet thermique du courant électrique;

2° Les fours électriques employés pour la réduction directe sont d'une puissance très réduite comparée avec celles des fours actuels — électriques ou non électriques — employés pour la production de la fonte ou l'affinage de l'acier;

3° Le tonnage total de l'acier produit est loin d'être négligeable, comparé au tonnage des autres procédés à acier;

4° La production directe électrique est plus convenable que l'autre non électrique;

5° La qualité des aciers, surtout des aciers durs, produits directement au four électrique, est bonne;

6° Il ne paraît pas que la production directe de l'acier au four électrique soit plus économique que la production avec deux ou trois fours sans l'emploi de l'électricité ou à l'aide de l'électricité employée dans tous les fours ou seulement dans quelques-uns.

L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS LES TRAVAUX AGRICOLES, PAR **P. Leclerc**.

Ce travail, fait surtout au point de vue des entreprises de distribution d'énergie électrique, débute, après un examen rapide des conditions générales agricoles, par une étude des divers emplois dont l'électricité est susceptible en agriculture, en distinguant nettement entre les applications qui se trouvent encore dans la période expérimentale et celles qui, actuellement entrées dans le domaine de la pratique, sont dès maintenant susceptibles de fournir aux entreprises de distribution un débouché important pour la vente du courant.

En discutant ensuite les résultats numériques obtenus, le rapporteur s'efforce de faire ressortir les causes des résultats obtenus, favorables et défavorables, pour en déduire finalement les moyens de développer la consommation agricole de l'énergie électrique, pour le plus grand avantage des agriculteurs et des entreprises de distribution d'énergie électrique.

Avant d'entrer dans l'examen un peu plus détaillé de la question, il importe de signaler que la généralisation imprudente de conclusions particulières peut, en agriculture plus que partout ailleurs, conduire à des opinions absolument fausses dans la majeure partie des cas, étant donné l'extrême variété des facteurs qui entrent en jeu en agriculture, parmi lesquels on peut citer : la nature du sol, sa configuration, le climat, la nature des cultures, l'étendue des exploitations, le mode d'exploitation (propriétaire, fermier, métayer), les ressources financières disponibles, l'esprit de la population, etc.

En étudiant les diverses applications agricoles de l'électricité, on trouve que la plus ancienne en date, ou *l'électroculture proprement dite*, a attiré depuis longtemps l'attention, et que de nombreux expérimentateurs ont étudié l'influence directe de l'électricité sur la végétation.

On a cherché à utiliser l'électricité atmosphérique, puis le courant continu ou alternatif à haute tension en utilisant le plus souvent des réseaux métalliques tendus au-dessus des champs en expérience. On a aussi cherché à employer des conducteurs noyés dans le sol, des solutions salines, etc.

Bien que les essais d'électroculture aient été nombreux depuis plus d'un siècle et demi, on n'a obtenu jusqu'à ce jour que des résultats *contradictoires*, ce qui est vraisemblablement dû à ce fait que les divers expérimentateurs se sont trouvés dans l'impossibilité de déterminer nettement la part des diverses influences qui agissent sur la végétation (lumière, humidité de l'air et du sol, nature des graines, des engrais, etc.).

Il est vivement à souhaiter que les essais méthodiques, multiples et prolongés (afin de réduire l'influence des facteurs accidentels) permettent d'élucider définitivement la question, mais actuellement, il est impossible de dire si le débouché que l'électroculture pourra offrir aux entreprises de distribution d'électricité deviendra jamais important, d'autant plus qu'il est parfaitement possible que les essais entrepris conduisent à l'emploi de l'électricité atmosphérique.

Toutefois, étant donnés les résultats contradictoires des essais, il semble que, *actuellement*, il soit préférable pour les producteurs de courant de s'abstenir complètement de faire des essais d'électroculture et de concentrer plutôt toute leur action sur le développement des *applications mécaniques*, tout au moins de celles qui ont déjà été réalisées pratiquement.

En effet, si ces applications mécaniques n'ont pas reçu jusqu'à présent toute l'extension qu'elles méritent, si même il règne parmi beaucoup d'électriciens un fâcheux préjugé à leur égard, il n'en est pas moins vrai (ainsi que le démontrent notamment certains résults d'exploitation) qu'elles constituent, pour la vente du courant, un débouché nullement négligeable et susceptible de s'accroître très notablement, pour peu que les producteurs de courant veuillent faire les quelques efforts nécessaires. Il doit d'ailleurs être bien entendu que la présente étude porte surtout sur les réseaux

importants, réserves étant faites pour les usines de faible puissance desservant une clientèle limitée, exclusivement agricole et, dans tout ce qui suit, il ne sera question que des applications mécaniques de l'électricité à l'agriculture (les applications à l'éclairage n'offrant rien de spécial).

Ces applications peuvent se diviser en deux catégories : les unes à la culture (ou travaux d'extérieur de ferme), les autres aux travaux d'intérieur de ferme (préparation de la nourriture du bétail, etc.), et au battage des céréales (séparation de la paille et du grain).

Avant d'entrer dans l'examen détaillé de ces diverses opérations, une remarque générale s'impose, sur laquelle on reviendra d'ailleurs plus loin, et qui explique en partie le peu de développement que les moteurs ont encore pris en agriculture.

Les opérations agricoles constituent une sorte de cycle et dépendent étroitement les unes des autres. Or, jusqu'à présent (et encore actuellement), toutes les opérations agricoles étaient exécutées (à part le battage) par des moteurs animés. Ces opérations se succédant tout le long de l'année, ces moteurs étaient ainsi bien utilisés.

Lorsqu'on a pensé à remplacer les moteurs animés par des moteurs inanimés, au lieu de prendre la question dans son entier et d'exécuter mécaniquement toutes les opérations agricoles, on a sectionné en quelque sorte le problème en ne cherchant à exécuter mécaniquement que certaines opérations isolées, les autres continuant à se faire, comme précédemment, par moteurs animés.

Sans doute, ce sectionnement était nécessaire au début, au point de vue technique, pour déterminer les conditions matérielles de l'emploi des moteurs mécaniques. Par contre, en exécutant mécaniquement une partie seulement des opérations agricoles, l'autre partie continuant à être exécutée par des moteurs animés, on aboutissait à une dualité de moyens d'exécution, tous deux incomplètement utilisés, de telle sorte que finalement le résultat économique était défectueux. La véritable solution générale consiste donc à exécuter, partout où cela est possible, tous les travaux agricoles mécaniquement.

Ceci posé, on peut, pour rendre l'étude de la question plus facile, envisager successivement les diverses opérations agricoles en commençant par les travaux de culture du sol, dont le plus important, au point de vue des quantités d'énergie mises en jeu, est le labour.

Etant donnée la constitution du sol, matière plus ou moins hétérogène, pratiquement incompressible et non élastique, présentant une certaine cohésion, et la nature du travail à lui faire subir (ameublissement aussi complet que possible de la couche arable, combiné avec un retournement partiel, avec le minimum possible de déplacement), l'outil universellement employé, la charrue, est aussi le mieux adapté au travail à effectuer, ainsi d'ailleurs qu'aux moteurs animés, qui sont à marche lente et susceptibles d'un effort rectiligne.

Par contre, au point de vue de la commande par moteurs inanimés, cet outil présente de graves inconvénients, qui ont incité de nombreux chercheurs à le remplacer par des outils rotatifs à marche rapide, mieux adaptés à l'allure rapide de ces moteurs (et notamment des moteurs électriques).

Toutefois, tout en espérant qu'on arrivera prochainement à trouver des outils rotatifs de culture fonctionnant dans de bonnes conditions techniques et écononomiques, il faut reconnaître que jusqu'à présent les seuls outils ayant fait leurs preuves sont les outils agissant par traction directe, comme la charrue. Ce sont donc les seuls qui seront étudiés ici.

Comment actionner par des moteurs électriques les charrues, dont les caractéristiques de fonctionnement sont marche lente et grand effort de traction rectiligne (1).

L'emploi d'un tracteur, remplaçant purement et simplement l'attelage, très séduisant de prime abord, est pratiquement impossible, tout au moins pour le labour qui se fait souvent par temps humide (octobre) dans des terrains plus ou moins détrempés. Le tracteur ne pouvant en effet fonctionner que par adhérence (les griffes en saillies dont on munit parfois les roues se garnissant rapidement de terre), il lui faudrait un poids excessif, puisque le coefficient d'adhérence peut devenir très faible, et il aurait beaucoup de chances pour rester en panne.

Les seules solutions acceptables et d'ailleurs les seules qui aient pris un certain développement sont donc celles qui consistent à employer des treuils, placés sur la lisière des champs à labourer et tirant les charrues par des câbles. De toutes ces solutions, la plus répandue est celle du système Fowler (dans le domaine public depuis

(1) La résistance du sol étant d'environ 50 kg à 70 kg par décimètre carré de section de labour, avec la puissance de 50 ch habituellement adoptée par les appareils de labour, et une vitesse de travail de 1 m à 1,20 m environ, l'effort de traction à exercer sur une charrue atteint 2000 kg à 2500 kg normalement et peut, momentanément, dépasser de beaucoup cette limite.

longtemps) qui consiste dans l'emploi de deux treuils placés vis-à-vis l'un de l'autre, chacun sur un bord du champ à labourer, tirant alternativement une charrue à bascule qui se meut ainsi en allant d'un bord du champ à l'autre bord, les treuils étant mobiles le long de chaque bord pour suivre l'avancement du travail. Cette disposition est d'ailleurs applicable quel que soit le genre de moteurs employés.

Lorsqu'il s'agit de moteurs à vapeur, les treuils font généralement partie de locomotives routières, dont le poids considérable est généralement suffisant pour assurer leur adhérence au sol, étant donné surtout que la traction du câble se fait à peu près normalement à la direction du déplacement des treuils. Par contre, ces appareils sont lourds, coûteux, encombrants, nécessitent beaucoup de personnel, de telle sorte qu'ils ne peuvent être employés partout : ils ne sont guère utilisables que pour le labour, et seulement dans les grandes exploitations.

Avec d'autres moteurs, et surtout les moteurs électriques, on peut faire des appareils plus légers, moins difficiles à déplacer et à actionner, mais alors on ne peut plus compter sur leur seule adhérence au sol pour supporter l'effort de traction du câble, et il faut recourir à des dispositifs d'ancrage.

Jusqu'à présent, et ceci est la conséquence directe de ce fait qu'on n'a envisagé la question que partiellement, on n'a cherché à réaliser ces ancrages que dans la terre seule, sans installations fixes, et l'on n'a pas obtenu de résultats absolument satisfaisants, parce que, sous l'action des secousses des câbles, les ancrages cèdent lorsque la terre est détrempée. Il est d'ailleurs impossible qu'il en soit autrement dans ces conditions : les ancrages devant être déplacés à chaque passage de charrue, on ne peut, en effet, adopter que des dispositifs se déplaçant facilement et dont, par suite, la bonne tenue est incertaine.

Si, dans quelques rares cas, on peut cependant arriver à faire ainsi du labourage mécaniquement dans des conditions à peu près admissibles, malgré les pertes de temps résultant des déplacements répétés des ancrages, cela tient à ce que le labourage ordinaire par attelages est lui-même plus défectueux, ne s'effectuant que très lentement et à une profondeur souvent insuffisante. Mais on conçoit que cette solution ne puisse être généralisée et que pour tous les autres travaux de culture, qui demandent moins d'énergie que le labour, l'emploi de treuils soit actuellement moins avantageux que les attelages (même en tenant compte que, dans ce cas, les efforts à développer étant moindres que dans le labour, la question d'ancrage est moins difficile à résoudre). Mais alors, en ne faisant que le labour mécaniquement et employant des attelages pour les autres travaux, on laisse subsister la dualité des moyens d'exécution signalée plus haut (1) avec tous les inconvénients économiques et techniques qu'elle présente et qui ne sont pas faits pour faciliter le développement de la culture mécanique.

Il en est tout autrement quand on envisage la question dans son ensemble et que, au lieu de vouloir à tout prix faire une seule opération de culture, le labourage, avec des ancrages mobiles, c'est-à-dire dans des conditions vouées presque fatalement d'avance à l'insuccès (et cela dans le seul but de réduire les dépenses de premier établissement), on envisage la seule solution générale qui est l'exécution de tous les travaux de culture mécaniquement, de manière à supprimer complètement la dualité des moyens qu'on est contraint de conserver avec les solutions incomplètes seules appliquées jusqu'ici.

Cette solution générale consiste à outiller les exploitations de telle sorte que tous les travaux agricoles (à part ceux qu'il est matériellement impossible de faire autrement qu'à la main) puissent être effectués mécaniquement (transport des engrais et des récoltes et tous travaux de culture), l'outillage comportant alors notamment des voies de circulation pour le matériel, voies renforcées aux endroits convenables, de manière à permettre aux treuils d'y prendre un ancrage facile, rapide et sûr, de manière à pouvoir effectuer tous les travaux de culture en tout temps dans les meilleures conditions possibles, tant en ce qui concerne l'économie réalisée, par rapport aux travaux effectués avec les errements actuels, que l'augmentation de produit résultant d'une meilleure exécution (labours approfondis, etc.).

Bien entendu, il ne faudrait pas considérer cette solution intégrale de la question comme devant se généraliser immédiatement, car, bien au contraire, il est probable qu'elle mettra un certain temps à se répandre, ne serait-ce qu'à cause de divers obstacles d'ordre surtout économique.

Néanmoins, il est utile de la faire ressortir ici, quitte à ne l'adopter que partiellement, suivant

(1) Bien entendu, tout ceci est dit à un point de vue général, car il peut se présenter des cas particuliers où le labour pourra se faire mécaniquement par des appareils servant à plusieurs exploitations (syndicats), les autres opérations de culture étant faites par chaque agriculteur avec ses attelages particuliers.

les circonstances particulières qui se présentent.

Dans nombre de cas, en effet, l'emploi de l'énergie électrique dans les exploitations agricoles est avantageux, cet emploi serait-il même limité au début à certaines applications, telles que les travaux d'intérieur de ferme (préparation de la nourriture du bétail) et le battage des céréales, ainsi qu'aux opérations annexes (élévation d'eau, etc.) (1).

Dans les conditions actuelles, on peut, en effet, dire que, d'une manière générale, l'emploi de l'électricité pour les travaux d'intérieur de ferme et le battage est avantageux dans tous les cas, ainsi, du reste, que le démontre l'accroissement constant de la consommation d'énergie électrique pour ces applications qui sont maintenant réellement entrées dans la pratique et ne présentent pour ainsi dire plus d'imprévu.

Sans entrer dans le détail des données numériques contenues dans le rapport présenté à Turin, il suffit d'indiquer ici que le but visé dans ce rapport est de donner aux entreprises de distribution d'énergie électrique les moyens d'évaluation de la consommation d'électricité des exploitations agricoles, consommation qui, dans nombre de cas, est loin d'être négligeable, puisqu'elle peut atteindre de 20 à 50 kw-heure par hectare et par an.

Les données dont on dispose actuellement, en ce qui concerne la consommation lumière, étant déjà nombreuses, il était tout indiqué de chercher à les utiliser pour la prédétermination, tout au moins approximative, de la consommation de force, en utilisant le coefficient K :

$$K = \frac{\text{Consommation force}}{\text{Consommation lumière}} = \frac{(F)}{(L)}.$$

Ce coefficient, inférieur à l'unité pour les petites exploitations agricoles, atteint des valeurs de 5 à 6 et même davantage pour les grandes, pour les raisons indiquées dans le rapport présenté à Turin, où l'on trouvera également les causes probables des variations du coefficient d'utilisation U :

$$U = \frac{\text{Consommation annuelle force}}{\text{Puissance totale des moteurs installés}}.$$

Cette étude conduit tout naturellement à rechercher des moyens d'améliorer la consommation agricole de l'électricité, tout en assurant la meilleure répartition, suivant les diverses heures de la journée et les époques de l'année.

En renvoyant au rapport complet pour l'étude des divers éléments qui peuvent contribuer directement ou indirectement à ce développement (groupements divers d'agriculteurs, personnalités agricoles, remembrements, syndicats pour la construction des réseaux secondaires, avances aux agriculteurs, etc.), ainsi que pour l'étude détaillée des divers moyens de propagande utilisables pour les entreprises de distribution d'énergie électrique, il suffira d'indiquer que l'intérêt bien entendu de ces entreprises est, sans compter sur le développement spontané des applications agricoles de l'électricité, de faire tout leur possible pour augmenter rapidement le nombre et l'importance de ces applications, ne serait-ce que pour lutter contre le moteur à explosion, qui risque de devenir pour elles un concurrent sérieux.

Il ne faut pas oublier, en effet, que la diminution croissante du nombre des ouvriers agricoles (et aussi l'augmentation de la moyenne propriété) contraindra impérieusement les agriculteurs, dans un avenir très proche, à employer des moteurs pour l'exécution de leurs travaux, s'ils ne veulent pas laisser leurs terres en friche, et, par suite, à organiser mécaniquement leurs exploitations.

La question a donc beaucoup plus d'importance que l'on ne pouvait le supposer d'après le seul examen des résultats obtenus jusqu'à présent; elle attire déjà l'attention des agriculteurs, et le but du rapporteur sera atteint s'il a pu en faire comprendre l'importance aux producteurs de courant.

(1) Voir à ce sujet une note sur les applications de l'énergie électrique à la préréfrigération des produits agricoles : 1er congrès international du froid, Paris, 1908. Comptes-rendus, t. III, par Paul Leclerc. Note intitulée : *De l'influence des réseaux de distribution d'énergie électrique sur les applications agricoles du froid.*

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ALTERNATEURS

Les effets mécaniques des courts-circuits brusques sur les turbo-alternateurs.

Dans une communication faite à la Société des Ingénieurs civils de France, M. Boucherot rappelle que les électriciens ont cru longtemps que l'on peut impunément mettre les alternateurs en court-circuit pendant leur fonctionnement. Ceci est resté vrai pour les alternateurs de puissance moyenne et à faible vitesse angulaire, mais lorsque des alternateurs de très grande puissance

et de grande vitesse angulaire sont mis accidentellement en court-circuit, il en résulte de véritables désastres : détérioration des machines, de l'appareillage, des canalisations.

Si l'on met en court-circuit sur des ampèremètres les enroulements induits d'un alternateur polyphasé avant de l'avoir excité et si on l'excite ensuite, on constate, qu'il s'agisse d'un turbo-alternateur ou d'un alternateur-volant, que les courants d'induit ne dépassent pas, en valeur, deux ou trois fois les courants normaux de pleine charge, pour une excitation normale; la puissance mécanique absorbée par l'alternateur est très faible. C'est le régime normal du court-circuit.

Si l'on met les enroulements induits en court-circuit après avoir excité l'alternateur, il se produit un régime variable du court-circuit entre le fonctionnement à circuits induits ouverts et le régime normal du court-circuit, pendant lequel les courants inducteur et induits instantanés peuvent atteindre des valeurs considérables. Les résultats sont quantitativement très différents suivant qu'il s'agit d'alternateurs volants ou de turbo-alternateurs.

Ces différences proviennent de deux causes :

1° Les fuites magnétiques sont beaucoup plus faibles, relativement, dans le turbo-alternateur que dans l'alternateur-volant, aussi bien pour l'induit que pour l'inducteur;

2° A égalité de puissances et de tensions inductrices et induites, les résistances des enroulements sont notablement plus faibles dans le turbo-alternateur que dans l'alternateur-volant.

En passant du régime normal au régime permanent du court-circuit, chacun des enroulements de l'alternateur est soumis à une variation de flux dont le quotient, par la résistance correspondante, donne la valeur de la quantité d'électricité induite, qui est d'autant plus grande que les fuites magnétiques et la résistance sont plus faibles, et qui se traduit généralement par un courant de forme exponentielle.

Par suite du déplacement relatif de l'inducteur et de l'induit, la surintensité continue dans l'inducteur donne une surintensité alternative dans chacun des circuits de l'induit, et les surintensités continues dans les circuits de l'induit donnent une surintensité alternative dans l'inducteur.

Ces surintensités sont plus importantes et de durée plus grande pour le turbo-alternateur. La présence d'un amortisseur, c'est-à-dire d'un enroulement fermé sur lui-même, logé dans l'inducteur et en quadrature avec l'enroulement inducteur proprement dit, ne modifie pas les valeurs des surintensités, mais la durée de la surintensité alternative dans l'inducteur est réduite de moitié.

Lorsque le court-circuit n'a lieu que sur un seul des circuits induits, les surintensités prennent des aspects très variés suivant le moment auquel se produit l'accident.

Ces énormes surintensités n'ont pas, en général, grande influence sur la température de la machine, parce qu'elles durent trop peu de temps, mais elles provoquent la détérioration mécanique de certains isolants et, par la suite, des accidents par défaut d'isolement.

Pendant le régime variable du court-circuit, il se produit dans certaines parties de la machine des surtensions qui aboutissent encore à des détériorations électriques des isolants.

Les effets mécaniques du court-circuit peuvent intéresser plus particulièrement deux sortes d'organes de l'alternateur : d'une part, les conducteurs électriques situés en dehors des encoches; d'autre part, l'arbre avec ses clavettes et le manchon d'accouplement.

Le calcul des efforts sur les conducteurs latéraux ne peut être fait qu'avec une approximation très grossière à cause de la complexité des circonstances; mais on peut se rendre compte de leur ordre de grandeur. On trouve que, dans un turbo-alternateur de quelques milliers de kilowatts, les paquets de fils latéraux sont soumis, pendant les premiers instants du court-circuit, à un effort d'environ 10 kg par centimètre de longueur. Pour éviter la déformation des conducteurs sous l'action de ces efforts, il faut amarrer les paquets de fils au moyen de pièces en bronze soigneusement isolées.

L'arbre de l'alternateur peut se trouver soumis momentanément, pendant les courts-circuits, à des efforts de torsion et à des efforts de flexion dépassant de beaucoup ceux auxquels il est soumis normalement. Dans le premier cas, il en est de même de l'arbre de la turbine; les clavettes et le manchon d'accouplement sont surchargés pareillement.

Dans le régime variable du court-circuit, même polyphasé, le couple demandé par l'alternateur n'est pas constant : l'effet Joule est très grand puisque les courants sont considérables; il est variable, parce que dans chaque circuit il y a superposition de courant continu et de courant alternatif, et comprend une partie continue et une partie alternative, allant toutes deux en s'amortissant; enfin, il y a encore développement d'un couple électromagnétique alternatif très important.

La partie constante de la puissance transformée en chaleur vaut, suivant les circonstances, deux ou trois fois la puissance de pleine charge. Une partie de cette constante n'a pas à être produite mécaniquement, car elle est fournie par l'énergie potentielle électromagnétique de la machine qui se libère pendant cette période transitoire; mais la majeure partie de l'effet Joule constant doit être empruntée à la mécanique. Mais ceci n'apporte pas de grandes perturbations : eu égard à

la grande inertie du groupe et à la diminution rapide de l'effet Joule, il n'en résulte qu'un ralentissement momentané de l'ensemble.

Moins bénigne est l'influence de la partie alternative de l'effet Joule, qui atteint comme maximum sept à huit fois la puissance de pleine charge, et celle encore plus considérable des actions électromagnétiques qui s'exercent entre le courant continu de l'inducteur et les courants continus de l'induit, et entre les courants polyphasés de l'induit et ceux de l'inducteur.

Le calcul montre que le maximum de ce couple électromagnétique peut atteindre vingt à trente fois le couple de pleine charge de la machine lors d'un court-circuit polyphasé. Lors d'un court-circuit sur une phase seulement, la valeur de ce maximum peut varier entre vingt et cent vingt fois le couple de pleine charge suivant l'époque à laquelle est fait le court-circuit.

Ces énormes couples alternatifs n'ont pas d'influence sur la vitesse moyenne et ne donnent lieu qu'à des variations périodiques relativement faibles de cette vitesse.

Les clavettes, arbres et manchons d'accouplement, n'en sont pas moins soumis à des efforts considérables, les couples s'exerçant sur le rotor de l'alternateur étant transmis partiellement au rotor de la turbine par l'arbre qui les relie.

Enfin, l'arbre peut avoir à subir des efforts de flexion, comme conséquence de différences entre les attractions magnétiques agissant sur le rotor, aux extrémités d'un même diamètre et qui peuvent provenir de courts-circuits partiels, sur une seule bobine, par exemple, dans l'inducteur ou dans l'induit. La force d'inertie vient s'ajouter à la force magnétique pour augmenter encore la flexion de l'arbre qui peut dépasser la limite des allongements proportionnels.

APPLICATIONS DIVERSES

L'électricité en agriculture.

Suivant une information de l'*Electrical Review*, en 1911 on a soumis en Ecosse, à proximité de Dumfries, un champ de pommes de terre d'environ 3 hectares à l'action du courant électrique. On a employé à cet effet le système à haute tension Lodge, en appliquant la décharge à certaines heures de la journée durant quatre mois, soit pendant 413 heures au total. Un champ voisin de même superficie et ayant reçu la même semence devait servir de terme de comparaison; il ne fut donc pas soumis à l'action du courant électrique. Le terrain électrifié aurait produit 6 tonnes de pommes de terre en plus que le champ témoin. Les mêmes essais vont être repris en 1912. — G.

ÉLECTROMÉTALLURGIE

Fusion électrique du minerai de fer.

Suivant un rapport du consul anglais de Stockholm, de récents essais de fusion électrique du minerai de fer, effectués à Trollhättan (Suède), ont donné des résultats plus favorables, au point de vue commercial, que ceux des essais précédents. Ces résultats, bien que non encore acceptés par la Commission de surveillance comme définitivement probants et comme réalisables dans les conditions commerciales ordinaires, méritent pourtant d'être signalés. Au moyen d'électrodes en charbon circulaires, substituées aux électrodes carrées et pouvant se visser l'une dans l'autre, la consommation en électrodes, par tonne de fer brut obtenue, aurait diminué en moyenne de 10,28 kg (y compris les parties extrêmes qui n'ont aucune valeur) à 6,2 kg durant août 1911 et à 5,5 kg durant septembre. En plaçant la charge plus au centre du four, les expérimentateurs seraient parvenus à élever à 30 0/0 la teneur en anhydride carbonique. D'autre part, la consommation d'énergie électrique serait tombée à 1736 kw-heure par tonne de fer brut, alors que cette même consommation avait été de 2391 kw-heure lors de précédentes expériences. De plus, la consommation de charbon par tonne de fer, qui avait été de 418 kg au cours des mêmes précédentes expériences, serait aujourd'hui tombée à 336 kg, c'est-à-dire au chiffre prévu dans les devis primitifs. En résumé, on réaliserait aujourd'hui une économie de plus de 8,30 fr dans la production électrique d'une tonne de fer brut, par rapport au prix de revient donné par les précédentes expériences. — G.

LAMPES

Emploi du cadmium dans la fabrication des lampes à filament métallique

D'après une note que nous relevons dans l'*Electrician*, on fait aujourd'hui intervenir le cadmium dans la fabrication des lampes à filament de tungstène. Le point de fusion du tungstène étant trop élevé pour que l'on puisse fondre et étirer en fil ce dernier métal, on forme un alliage composé de 42 parties de Cd, 53 de Hg et 5 de Bi et on mélange intimement cet alliage, par échauffement et broyage dans un mortier, avec la lourde poudre noire que donne la réduction de l'oxyde tungstique. On forme ensuite un fil, avec ce mélange, par une méthode d'expulsion au dehors semblable à celle appliquée dans la fabrication des tubes en plomb, puis on échauffe le fil

obtenu pour en éliminer l'alliage. Enfin, le même fil est échauffé de nouveau, cette fois-ci *dans le vide*, de manière à rendre le tungstène solide. — G.

MOTEURS

Moteur triphasé à induit en court-circuit pour grandes puissances.

Le moteur triphasé, à induit en court-circuit ou en cage d'écureuil, peut être considéré, au point de vue de la simplicité, de la sûreté de fonctionnement et de l'entretien, comme un excellent moteur.

Malheureusement, il absorbe au démarrage un courant très intense qui peut atteindre momentanément de 5 à 10 fois la valeur de l'intensité normale. C'est pour ce motif que les prescriptions des usines distribuant l'énergie n'autorisent la mise en marche de ce genre de moteur triphasé, par simple manœuvre d'un interrupteur, que pour de faibles puissances ne dépassant pas 5 ch.

Les moteurs de puissances supérieures sont construits avec des induits à bagues auxquels sont adjoints des systèmes de réglage. Ceux-ci coûtent, dans certains cas, plus que le moteur lui-même. Certains secteurs exigent même, pour les moteurs de plus de 10 ch, des rhéostats de démarrage spéciaux empêchant un démarrage trop rapide qui pourrait amener des perturbations dans le réseau.

Afin de diminuer, en service, la résistance relativement grande des rotors à bagues, on a utilisé les dispositifs de mise en court-circuit des bagues et de relevage des balais qui majorent de nouveau notablement les frais d'acquisition d'un moteur à induit à bagues et conduisent à des difficultés réelles pour leur installation lorsque la place est restreinte.

L'*Hélios* nous apprend que l' « Elektrotechnische Fabrik und Maschinenbauanstalt Paul Dassenoy », à Metz, s'est donné la tâche de construire un moteur à courants triphasés qui réunisse, autant que possible, tous les avantages du moteur à induit en court-circuit et du moteur à induit à bagues, sans en présenter les inconvénients.

Ce nouveau type de moteur peut être considéré, à juste titre, comme une heureuse solution du problème.

Comme on le voit sur la figure 79, le rotor est constitué par un rotor ordinaire en court-circuit et par un second rotor formé d'un paquet de tôles sans enroulement, placé à côté du premier et accouplé rigidement avec lui; tous les deux peuvent être déplacés le long de leur arbre au moyen d'une vis et d'un volant à main. Dans certains cas, on pourra aussi effectuer ce déplacement radial au moyen d'un levier ou automatiquement. L'épaisseur du rotor sans enroulement peut être plus faible que celle du stator.

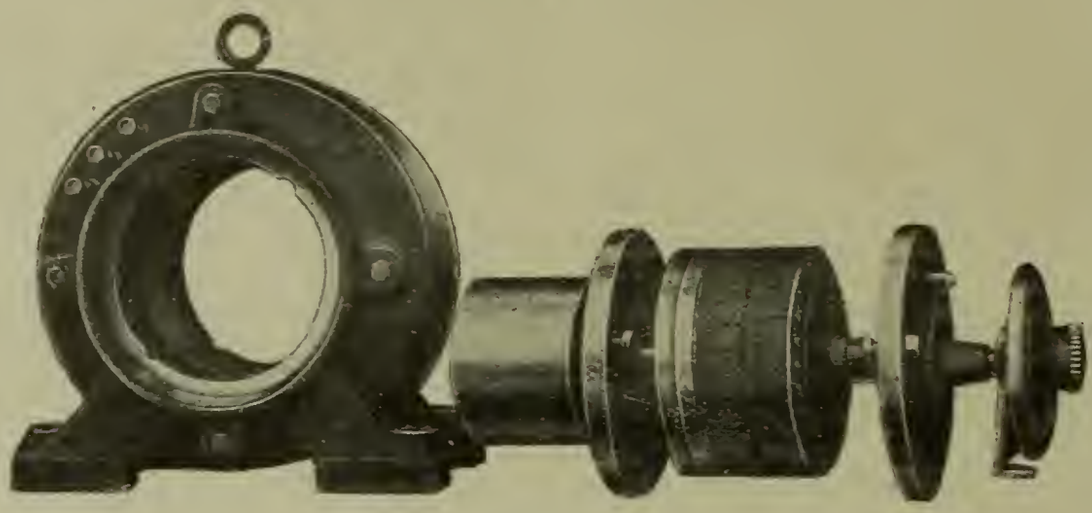


Fig. 79.

Avant la mise en circuit du moteur, qui se fait par simple fermeture d'un interrupteur, le rotor est placé de telle façon que ce soit précisément le rotor non bobiné qui se trouve dans le champ du stator.

Par suite de la très forte self-induction produite par la faible réluctance de cet induit non bobiné, le courant absorbé est très faible.

Si l'on fait glisser le rotor dans le sens axial, en agissant sur le volant de telle façon que le rotor non bobiné sorte du champ et que le rotor en cage d'écureuil y entre, le moteur se met en marche peu à peu, sans à-coups et avec une faible consommation de courant.

Actuellement, ces moteurs se construisent pour des puissances depuis 3 jusqu'à 150 ch. K.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Appareil détartreur automatique

POUR TUBES DE CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES

SYSTÈME NIRASCOU

Tous les mécaniciens chargés de la conduite des chaudières connaissent l'importance que présente la question du détartrage à cause des inconvénients et des dangers que les dépôts de tartre peuvent amener; ils savent aussi que l'emploi des épurateurs ou des désincrustants n'est pas suffisamment efficace.

Dans ces conditions, la solution réellement pratique consiste à employer un dispositif mécanique permettant d'effectuer des nettoyages périodiques et fréquents, afin d'enlever rapidement les dépôts se formant dans les tubes.

Pour qu'un appareil détartreur mécanique soit d'une application générale, il est indispensable qu'il remplisse les conditions essentielles suivantes:

1° Adaptation de l'appareil à tous les types de chaudières à tubes droits, quelles que soient la forme et les dimensions des bouchons de visite, la longueur et le diamètre des tubes;

2° Possibilité de nettoyer les tubes sur place, sans qu'il soit nécessaire de démonter les éléments et quelles que soient l'épaisseur et la dureté des dépôts. Il faut, en outre, que l'outil ne puisse attaquer le métal des tubes et que le nettoyage puisse se faire, quel que soit l'espace dont on dispose sur le devant des chaudières;

3° Déplacement automatique des outils de l'appareil à l'intérieur des tubes; ce déplacement étant automatique, afin que le nettoyage s'effectue rapidement et sans fatigue pour l'opérateur;

4° Détartrage rapide au moyen de plusieurs outils agissant simultanément et déplacement mécanique de l'appareil en quelques secondes pour passer d'un tube à l'autre;

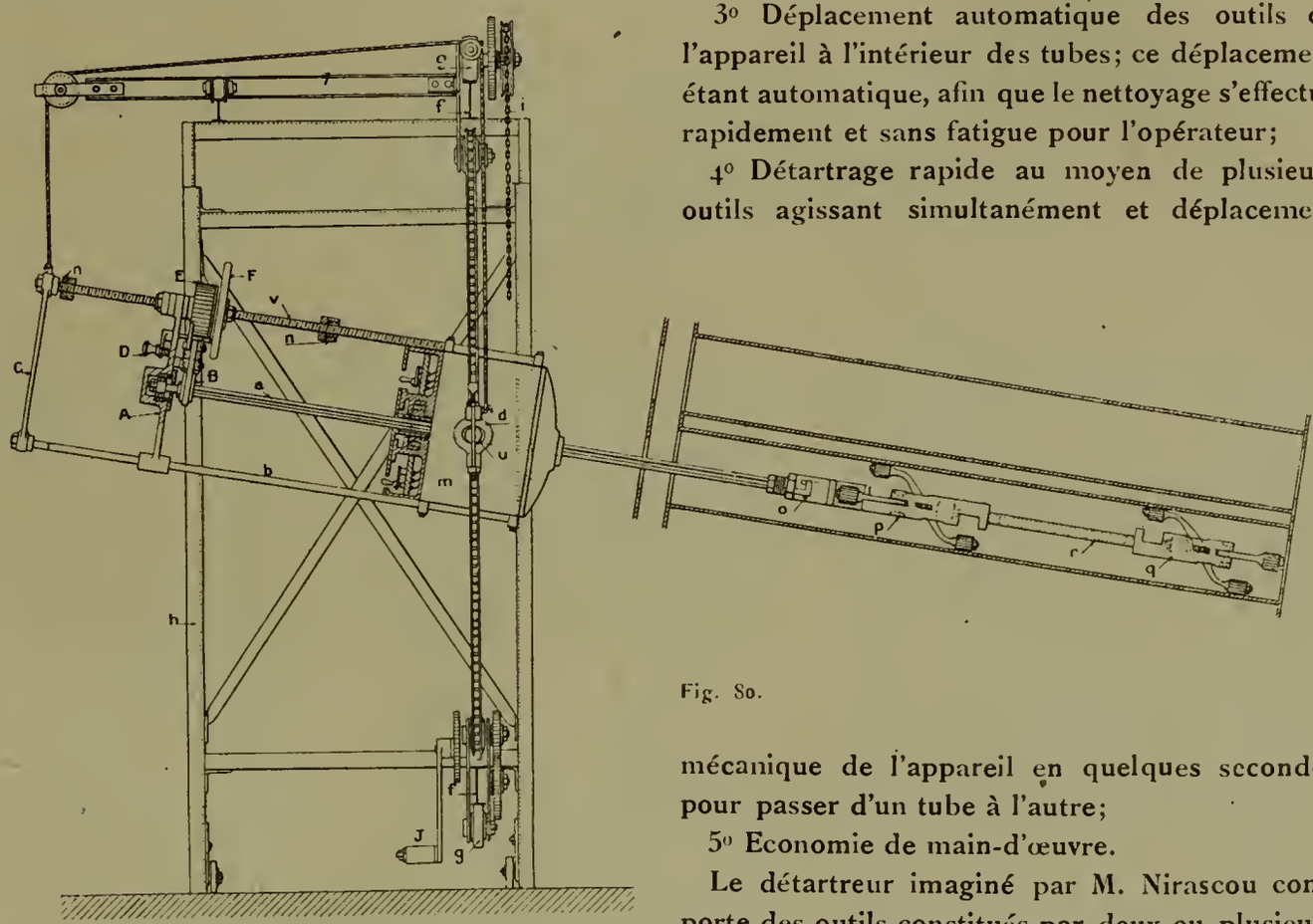


Fig. 80.

5° Economie de main-d'œuvre.

Le détartreur imaginé par M. Nirascou comporte des outils constitués par deux ou plusieurs leviers à bras recourbés, à l'extrémité desquels sont fixées des molettes cylindriques dentées en acier coulé. Ces leviers sont articulés, en leur milieu, sur la tige motrice, de façon que les plans d'oscillation forment des angles égaux, ce qui a pour résultat de maintenir l'arbre porte-outil toujours centré et d'appliquer les molettes suivant une génératrice parallèle à la paroi des tubes, la courbure des leviers étant naturellement proportionnelle au diamètre des tubes.

La figure 80 montre la disposition de ces outils *p* et *q*, placés à une certaine distance l'un de l'autre au moyen de la tige *r*. On peut ainsi disposer sur la tige un nombre d'outils variable suivant la puissance du moteur qui commande l'appareil.

Les leviers portant les molettes sont orientés comme le montre la figure 81 qui représente la

coupe d'un tube de chaudière. Chacun des leviers est situé sur la bissectrice de l'angle formé par les deux leviers, dont l'un le précède et l'autre le suit. Grâce à cette disposition, l'ensemble de la tige porte-outils est parfaitement centrée dans le tube pendant l'opération de nettoyage.

Fig. 81.

La tige motrice (fig. 80) est reliée à la tige porte-outils au moyen d'un joint à baïonnette *o* qui permet de séparer rapidement la tige motrice de la tige porte-outils chaque fois que l'on passe d'un tube à l'autre. Les outils sont écartés l'un de l'autre de manière que chacun d'eux, pendant son déplacement, agisse sur une même fraction de tube. Dans ces conditions, la course de la tige porte-outils est considérablement réduite et sensiblement égale à la longueur du tube divisée par le nombre d'outils.

Lorsqu'un tube de la chaudière se trouve légèrement cintré par suite d'un coup de feu, on fait usage d'un joint universel *s* (fig. 82) intercalé entre deux outils voisins, pour que ces derniers puissent se centrer indépendamment les uns des autres.

Le moteur actionnant l'appareil est un moteur électrique *m* (fig. 80) dont l'arbre creux est traversé à frottement doux par une tige rainée *a*. Une clavette d'entraînement, fixée sur l'arbre creux du moteur, permet de communiquer à l'outil un mouvement de rotation rapide tout en facilitant son libre déplacement longitudinal.

Le moteur (fig. 80 et 83) porte deux tourillons, placés dans le voisinage de son centre de gravité et sur lesquels se trouve montée la double chape *d*. Cette double chape est reliée aux extrémités de deux chaînes Galle, raidies par les tendeurs *k* entre deux chariots *g*, roulant sur deux fers à double T.

Ces deux fers horizontaux *f* (fig. 83) sont maintenus rigidement à un écartement convenable par des montants verticaux *h*, de manière à constituer avec eux un chevalet métallique, dont la hauteur peut varier avec celle du faisceau tubulaire. Le chariot supérieur, manœuvré au moyen d'une chaîne, est le chariot de translation horizontale de l'appareil moteur.

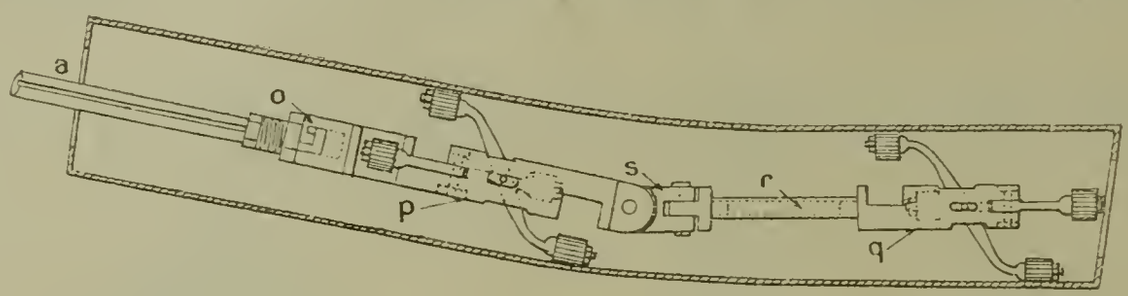


Fig. 82.

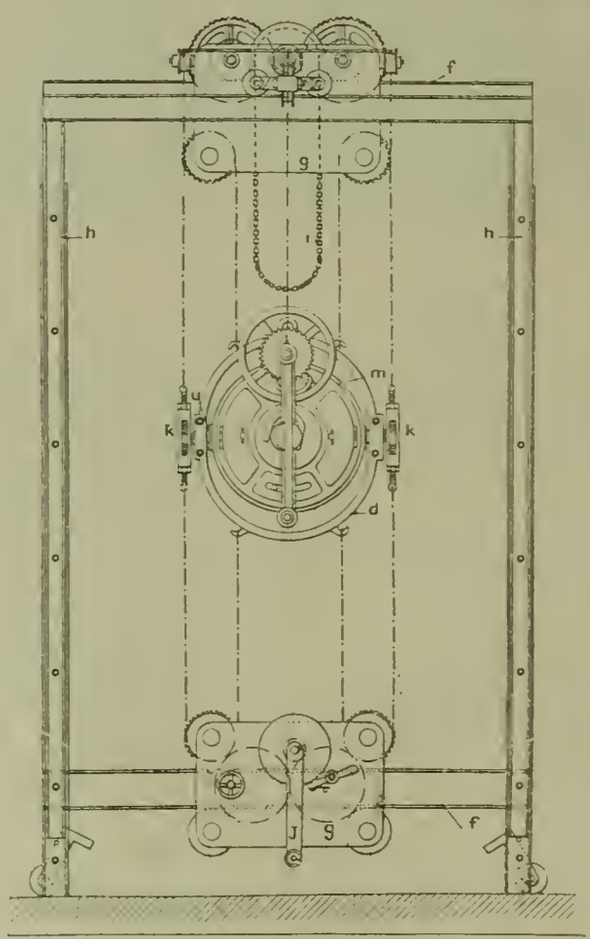


Fig. 83.

En agissant sur la manivelle *J* du chariot inférieur, on obtient le mouvement de translation vertical de l'appareil moteur.

Ces deux mouvements combinés permettent de placer rapidement l'extrémité de la tige motrice dans l'axe de chacun des tubes à nettoyer.

Le chariot supérieur est muni d'un bras *l*, portant deux galets roulant sur un fer à T disposé à la partie supérieure du chevalet, parallèlement au fer à T de roulement du chariot (fig. 80).

L'extrémité de ce bras porte la poulie-guide d'une chaîne fixée d'une part à l'extrémité de l'appareil moteur et, d'autre part, aux tendeurs de suspension du moteur, en passant sur des galets portés par le chariot supérieur.

Ce dispositif a pour but de permettre le déplacement de l'ensemble de l'appareil moteur paral-

lèlement à lui-même, lorsqu'on agit sur la manivelle du chariot inférieur.

Mécanisme d'avancement automatique des outils. — A la partie supérieure du moteur (fig. 80 et 84) est fixée par son extrémité une tige cylindrique filetée V et, à la partie inférieure de ce même moteur parallèlement à la vis V, une tige cylindrique *b*. Ces deux tiges sont situées dans le plan vertical passant par l'axe du moteur extérieure de ce roulement est bloquée au moyen d'écrous et contre-écrous dans une cage cylindrique située au centre de la pièce A.

La came B est destinée à donner le mouvement d'oscillation à un levier à fourche N, articulé sur un axe R, porté par la pièce A. L'extrémité supérieure de ce levier à fourche est articulée à deux cliquets P, situés de part et d'autre de ce levier et disposés latéralement de façon que l'axe

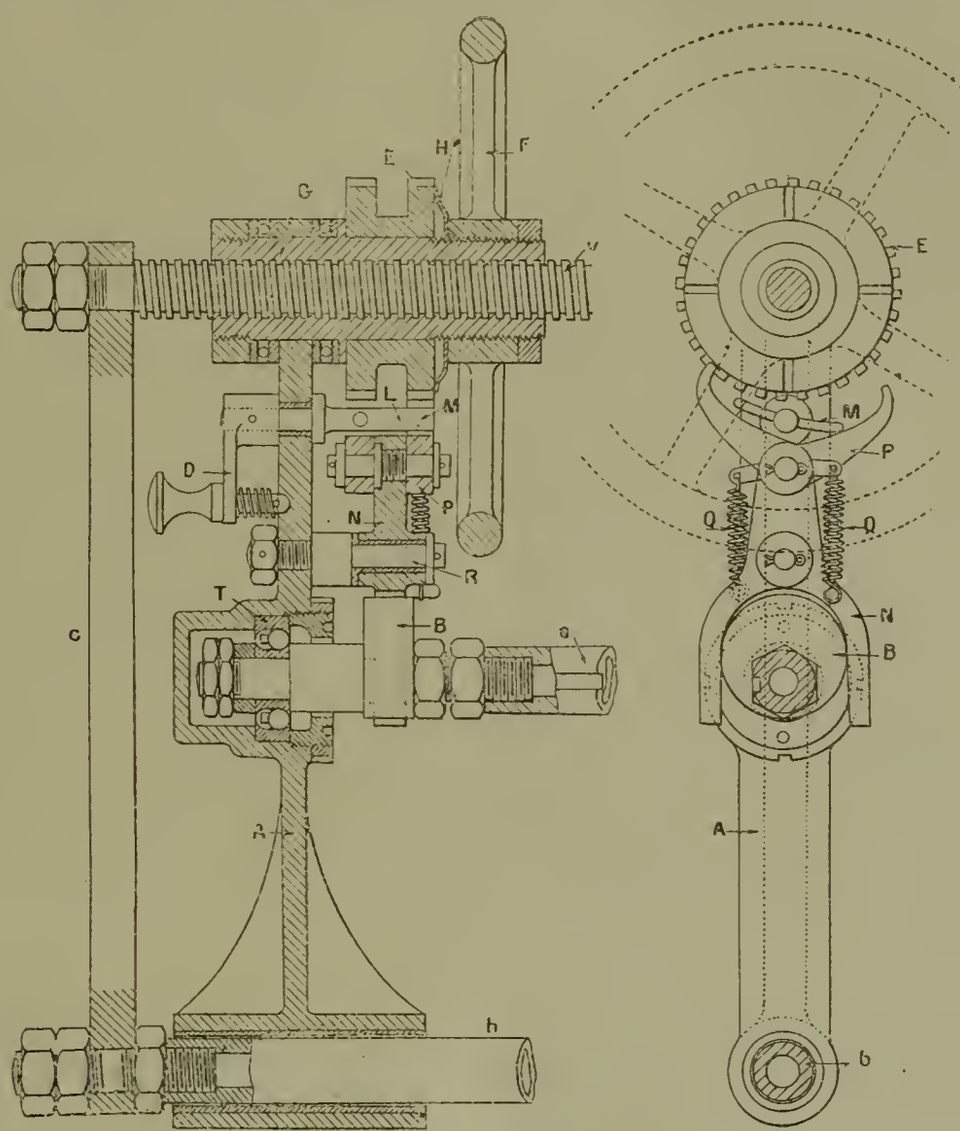


Fig. 84.

et leurs extrémités sont maintenues à écartement convenable par une entretoise *c*.

Sur la vis V (fig. 84) est monté un écrou G. Cet écrou possède à gauche une partie cylindrique dans laquelle peut tourner librement l'œil supérieur de la pièce A, l'œil de cette dernière se trouvant maintenu latéralement entre deux butées à billes portées par l'écrou G et serrées sur cet œil au moyen d'un écrou se vissant à l'extrémité filetée dudit écrou G.

La pièce A possède à la partie inférieure un autre œil à plus grande portée qui peut coulisser librement sur la tige lisse *b*. Sur l'extrémité gauche de la tige motrice *a* sont montés une came B et un enroulement à billes T. La cuvette de chacun d'eux se trouve dans l'axe de chacune des deux parties dentées de la roue E.

A l'extrémité opposée au bec de ces cliquets sont fixés des ressorts en boudin Q arrêtés, d'autre part, sur chacun des deux bras du levier à fourche.

La roue dentée E est montée folle sur l'écrou G, mais elle est solidaire de cet écrou dans une certaine mesure, au moyen de la rondelle à ressort H qui vient appuyer cette roue sur l'épaulement de l'écrou G.

Entre la roue dentée E et les cliquets P est intercalé un axe de débrayage L, traversant à frottement doux la pièce A. Cet axe porte à l'une de ses extrémités une manivelle D goupillée

sur ledit axe et, à l'autre, deux cornes M disposées dans le plan vertical de chacun des cliquets.

Cette manivelle peut occuper deux positions symétriques par rapport à l'axe de la pièce A. Son déplacement a pour but d'écarter de la roue E, par l'intermédiaire des cornes M (fig. 83), le bec de l'un ou de l'autre des cliquets.

Sur la figure 83, c'est le cliquet de gauche qui est en prise avec la roue E et le cliquet de droite qui est écarté de cette dernière et par conséquent débrayé.

Les outils étant introduits dans le tube, on amène au moyen des deux chariots roulants *g* la tige motrice *a* dans l'axe du tube à nettoyer. On donne à cette dernière l'inclinaison des tubes, en allongeant ou en raccourcissant la chaînette qui supporte l'extrémité de l'appareil moteur.

On relie ensuite, dans l'espace compris entre le moteur et le faisceau tubulaire, la tige porte-outils à la tige motrice au moyen du joint à baïonnette *o*. On fait couler un léger filet d'eau dans le tube pour éviter l'échauffement des molettes gratteuses et on met le moteur en route.

Les leviers porte-molettes reçoivent un rapide mouvement d'oscillation; la force centrifuge applique les molettes sur les dépôts, et il en résulte une série de trépidations, une action de frottement et de grattage qui désagrègent rapidement les dépôts. L'ensemble de la tige est centré dans le tube. En même temps, la came B imprime un mouvement oscillatoire au levier N, et le cliquet P, en prise avec la roue E, fait tourner celle-ci dans un sens déterminé. L'écrou G, solidaire de la roue E par la rondelle à ressort H, tourne à son tour sur la vis V et dans l'œil supérieur de la pièce A. L'écrou G se déplace et entraîne avec lui automatiquement la pièce A, ainsi que la tige motrice *a* et la tige porte-outils reliée à cette dernière, jusqu'à ce que l'une des deux butées *n* de fin de course fixées sur la tige filetée vienne toucher l'écrou G. A ce moment, la roue E tourne folle sur l'écrou G et les outils n'avancent plus.

Pour produire leur déplacement en sens inverse, il suffit de déplacer la manivelle D. Le cliquet P, immobilisé pendant la course précédente, se met en prise avec les dents de la roue E, tandis que l'autre cliquet est immobilisé; la roue E est de nouveau solidaire de l'écrou G qui se déplace, ainsi que les outils, en sens inverse de la course précédente.

On peut à tout instant arrêter le déplacement automatique des outils sans arrêter le moteur, en plaçant la manivelle D dans une position moyenne par rapport à ses deux positions extrêmes qui immobilise les deux cliquets en même temps.

Dans le cas de fortes incrustations, où l'on jugerait trop rapide le déplacement automatique des outils à la première passe, on pourrait produire leur déplacement à la main en agissant sur le volant F après avoir placé la manivelle D dans la position de repos.

Le mode de suspension et de déplacement du système moteur supprime toute liaison du moteur à la chaudière et permet d'opérer le changement de tube en moins de 30 secondes.

Les arrêts de fonctionnement des usines génératrices

D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(Suite et fin) (1)

Objet du dispositif complémentaire. — Dans les usines à courant continu, ainsi que dans les sous-stations de transformation de courant alternatif en courant continu, où l'on peut mettre à profit la grande souplesse de débit des batteries d'accumulateurs, il est désirable d'obtenir le fonctionnement automatique de celles-ci pour subvenir à l'alimentation de la section en dérangement et éviter ainsi un arrêt, même partiel.

Si l'on peut réaliser un système permettant de maintenir la batterie en liaison avec la section en dérangement, tandis que les sections en bon état se séparent les unes des autres, on évite de la sorte toute surcharge pour ces dernières et l'on gagne le temps nécessaire à la mise en service des unités de réserve.

Il est bien entendu que la batterie doit être de capacité telle qu'elle puisse (déduction faite de son débit normal si elle sert également à couper la pointe de la courbe de production de l'usine) soutenir la charge complète de la section en dérangement sans trop grande chute de tension, et cela, pendant au moins assez de temps pour que l'électricien chargé du service soit, quoi qu'il

(1) Voir l'*Electricien*, n° 1105, page 132.

arrive, assuré de pouvoir procéder sans précipitation à la mise en marche d'unités de réserve après s'être rendu compte de ce qui se passe. Il est bien entendu également que les câbles et toutes les connexions de la batterie doivent être capables de supporter les intensités correspondantes aux régimes de décharges rapides.

Description du dispositif complémentaire. — Dans les sous stations de transformation de courant alternatif en courant continu, la division en section doit s'opérer d'après le nombre de feeders de haute tension, la mise en parallèle ne se faisant que du côté continu. Chaque feeder alimente donc une section de sous-station totalement séparée des autres et comportant autant d'unités que le permet sa section. Il est à remarquer qu'en règle générale une génératrice de l'usine constituée en section est d'une puissance beaucoup plus considérable que l'une quelconque des sections de sous-stations déterminées. Mais, si l'on considère que de chaque section de l'usine partent plusieurs feeders, l'on voit que l'équilibre s'établit par le fait qu'une même section de l'usine alimente plusieurs sections de sous-stations; de préférence, ces dernières ne feront pas partie de la même sous-station, afin qu'en cas d'arrêt de l'unité correspondante, sa charge soit reprise par autant de batteries que possible.

La figure 85 représente schématiquement le dispositif complémentaire.

Les unités (4) de chaque section desservent un nombre de feeders de basse tension (3) approprié, branchés sur les barres de section (1). Ces barres de section sont reliées d'une part aux unités susdites et, d'autre part, aux barres (15) de décharge de la batterie (16), par l'intermédiaire d'interrupteurs (17) commandés par des relais à renversement (18). Ces relais à renversement provoquent le déclenchement des interrupteurs (17) en livrant passage au courant d'une batterie auxiliaire par l'intermédiaire de la ligne générale (13) et fonctionnent sous l'influence d'un courant passant de la section aux barres de décharge de la batterie, mais non avec un courant passant des barres à la section.

De cette façon, aucune génératrice ne pourra soutenir la charge d'une section voisine en lui envoyant du courant par la barre de décharge de la batterie.

Comme il faut permettre cependant, en temps normal, la marche en parallèle par les barres de décharge servant de barres d'échange, les relais (18) ne pourront fonctionner, grâce à un verrouillage approprié, que lorsque l'une ou l'autre unité de la section se trouvera surchargée.

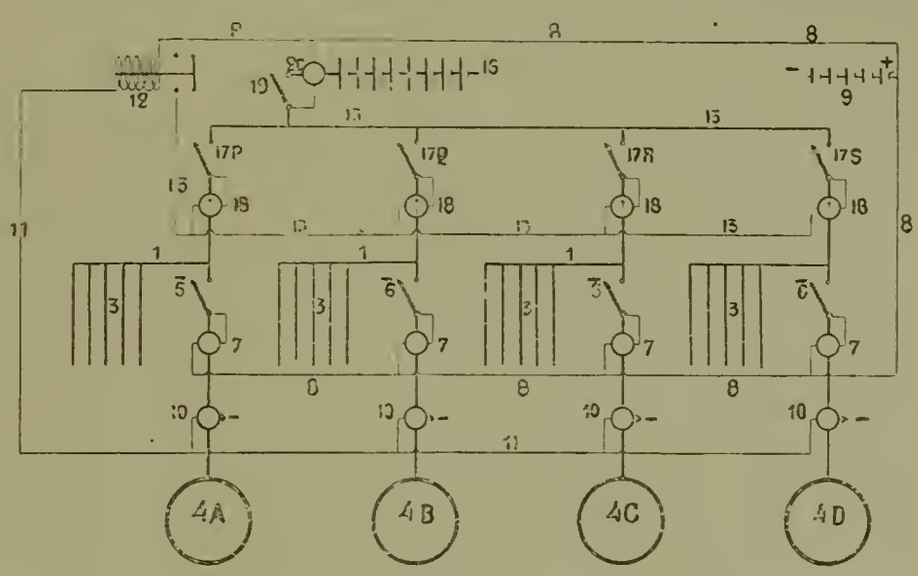


Fig. 85

Ce verouillage consiste en ce que la ligne (13) ne peut être mise sous tension que par l'intermédiaire d'un interrupteur auxiliaire (12), commandé électriquement par la ligne (11) qui est mise sous tension par un relais à maximum (10) ou par plusieurs de ces relais branchés en parallèle si la section comporte plus d'une unité.

Chaque machine est munie de ses moyens de protection contre tout retour du courant dépassant la limite admise; ce résultat est obtenu par un interrupteur commandé automatiquement par des relais quelconques.

Les unités de réserve peuvent être raccordées comme dans le dispositif principal ou plus simplement à la barre de décharge de la batterie.

Cette disposition doit se combiner, ainsi que le représente la figure 86 avec la précédente pour éviter qu'en cas d'accidents, les feeders peu chargés et sur lesquels ne se trouve pas directement branchée une unité en marche, ne restent reliés en trop grand nombre par la barre

d'échange à la batterie qui serait ainsi surchargée et dont les appareils de protection déclencheraient à leur tour.

Dans ce but, les groupes de feeders (3) de basse tension à courant continu seront reliés, d'une part, aux sections (1) de l'anneau décrit dans le premier dispositif et, d'autre part, à la barre de décharge (15) de la batterie (16) dont il est question ci-dessus.

Les interrupteurs de sectionnement (2) et (17) seront au nombre de deux par section, l'un (2) disposé dans l'anneau, l'autre (17) sur la liaison à la barre de décharge. Les circuits de déclenchement de tous les interrupteurs de sectionnement seront dérivés sur la ligne générale (13) qui est mise sous tension par un interrupteur intermédiaire (12) dès que l'une ou l'autre des unités prend une trop grande surcharge.

Les interrupteurs (2) dans l'anneau sont verrouillés par le contact placé sur la machine voisine; les autres (17), qui sont des interrupteurs à renversement, le sont par le fait de leur fonctionnement qui ne s'opère que pour un sens déterminé du courant.

Aux heures de faible charge ou de charge moyenne, les sections composées, délimitées par les unités en marche, comprennent donc plus d'une liaison à la barre d'échange; mais, en cas de retour vers la barre d'échange, les interrupteurs de sectionnement s'ouvriront dans chacune de ces liaisons. Les explications qui suivent feront clairement saisir le fonctionnement.

Supposons en premier lieu, comme c'est le cas pour la disposition représentée sur la figure 84, que les quatre génératrices A, B, C, D de l'usine soient reliées par l'intermédiaire d'interrupteurs à renversement P, Q, R, S [verrouillés par le jeu des relais à maximum (10)], à la barre d'échange (15) de la batterie d'accumulateur (16), et qu'au moment considéré les quatres génératrices fonctionnent pour alimenter le réseau; si, pour une cause quelconque, l'une des génératrices C, par exemple, s'arrête et qu'il en résulte une surcharge de l'une ou l'autre des trois unités restantes, les trois interrupteurs P, Q, S s'ouvrent immédiatement, de façon à isoler les génératrices correspondantes A, B, D de la barre d'échange et et de la batterie (16) qui pourvoit dès lors seule à l'alimentation de la section défectueuse C.

Supposons ensuite qu'au moment de l'accident deux génératrices, A et C, par exemple, suffisent pour alimenter le réseau; par suite de l'arrêt de la génératrice C, la génératrice A sera surchargée et l'interrupteur à renversement P correspondan s'ouvrira, tandis que les interrupteurs Q et S des sections B et D, qui étaient alimentées par les génératrices A et C, resteront fermés, car le courant y reste dirigé de la barre d'échange (15) vers le réseau. Il en sera évidemment de même de l'interrupteur R de la section C. Il s'ensuivra que la batterie d'accumulateurs, devant pourvoir à l'alimentation des trois sections B, C, D, sera surchargée et ses appareils de protection (19) et (20) déclencheront à leur tour.

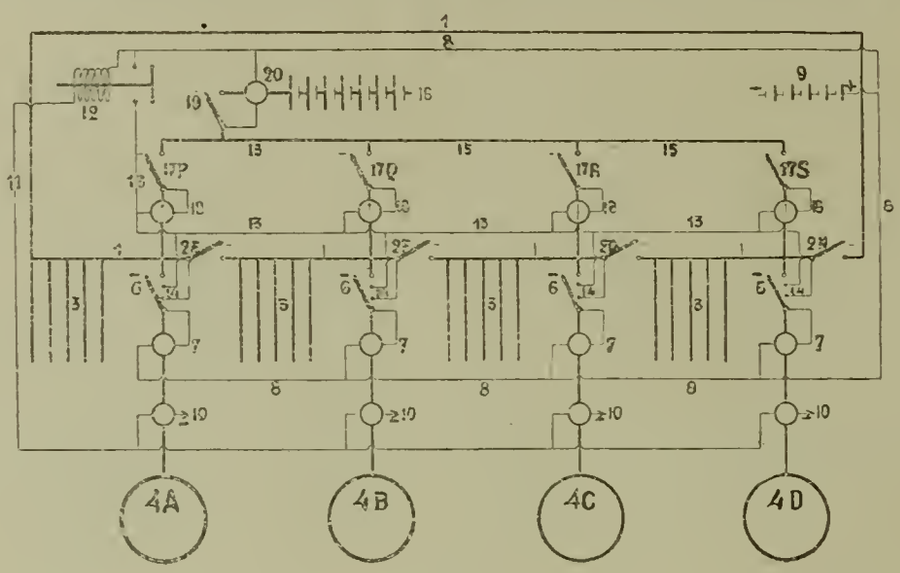


Fig. 86.

On évite cet inconvénient en reliant les différentes barres de section (1) par des interrupteurs de sectionnement automatiques (2) E, F, G, H, ainsi que le montre la figure 86. Les circuits de déclenchement des interrupteurs E, F, G, H sont disposés de telle sorte qu'ils ne peuvent se fermer qu'au moment où les génératrices correspondantes fonctionnent, de sorte que, s'il arrive un accident à l'une des génératrices en marche, C par exemple, les interrupteurs de sectionnement F et H, correspondant aux génératrices arrêtées, restent fermés. Ceci permet à la génératrice A d'envoyer,

à travers l'interrupteur H, un courant circulant dans la liaison de la section D à la batterie principale (16), de manière à produire le déclenchement de l'interrupteur à renversement S. On remarquera qu'il suffit qu'une génératrice quelconque de l'installation soit surchargée pour permettre l'ouverture de tout interrupteur à renversement (17) dont le relais serait fermé, même s'il n'est pas voisin de la génératrice surchargée. De cette façon, la batterie d'accumulateurs (16) n'est appelée à fournir du courant qu'à la section endommagée et à celle qui, par la fermeture de l'interrupteur F, en fait réellement partie, toutes les autres s'en isolant automatiquement.

Résultats d'essais. — Ces dispositions ont été appliquées dans la nouvelle sous-station de la ville de Bruxelles, sise rue du Damier. Elle est divisée en trois sections de 700 kw de puissance chacune et est munie d'une batterie de 8000 AH de capacité au régime de décharge en dix heures. Cette batterie peut soutenir la pleine charge d'une section pendant une heure.

Des essais comparatifs ont été faits en permettant et en empêchant tour à tour le libre fonctionnement du dispositif de sectionnement des barres.

Le réseau ayant été chargé de jour au moyen de résistances, la représentation d'un accident était obtenue en coupant brusquement une des machines en charge.

Ces essais ont permis de vérifier que, même sur un réseau non sectionné et non pourvu de fusibles dans les artères de liaison, le dispositif provoque, au cas où une machine vient à manquer, un appel de courant sur la batterie plus énergique que celui qui se produirait dans le cas ordinaire de la marche en parallèle sur barres communes.

En effet, par le sectionnement, on arrive à ce que la force contre-électromotrice qui règle le débit de la batterie n'est plus celle maintenue sur les barres par les unités en service, mais celle beaucoup plus faible du réseau. Elle est encore amoindrie du fait de la chute de tension que provoque la résistance des câbles de liaison du réseau intéressé à ses voisins. La batterie débite ainsi sur des feeders séparés de toute autre source d'alimentation et dans lesquels s'établit un régime nouveau. Ils prolongent en quelque sorte ses connexions de liaison et la chute de tension dont ils étaient le siège se partage entre eux et la batterie, proportionnellement à leurs résistances respectives.

De ce fait, le débit de cette dernière s'augmente naturellement sans qu'il soit besoin de manœuvres d'adjoncteurs.

Cette constatation est d'un grand intérêt, car elle prouve que le dispositif conserve encore beaucoup d'utilité dans un réseau complètement fermé où les liaisons sont trop nombreuses pour qu'un accident entraîne le fonctionnement de tous les fusibles placés à la périphérie d'une section.

Ce système a encore des partisans. Il a l'avantage d'assurer une meilleure régularisation de la tension et permet, en cas d'accident à toutes les sous-stations, d'intervenir, dans une proportion dépendant de leur degré d'éloignement.

Cet avantage peut se retrouver toutefois en reliant les barres de décharges des batteries de sous-stations par des câbles de liaison spéciaux.

Le système des réseaux ouverts facilite considérablement la recherche des défauts. De ce seul fait, on réalise une grande économie de temps et de personnel. Etant donné que seul il assure, en combinaison avec quelque dispositif que ce soit de sectionnement, toute sécurité contre les interruptions générales, tout en permettant un service plus osé au point de vue de la charge des machines, il est hors de doute que son emploi ne doive s'universaliser.

Ces essais ont révélé, d'autre part, certains écueils à éviter. C'est ainsi qu'il est nécessaire d'introduire dans l'action des relais (12) du dispositif complétaire une légère limite de temps. Si, en effet, au moment où se produit l'accident, les unités de la section intéressée envoient du courant vers la barre d'échange, il peut se faire que le relais à renversement (18), qui était conséquemment fermé, n'obéisse pas assez vite, par suite de son inertie propre, aux variations de sens du courant dans les circuits principaux. Il se trouverait en quelque sorte surpris dans la position qui commande l'ouverture de l'interrupteur (17) au moment où, par la mise sous tension de la ligne (3), son action cesse d'être suspendue. Il en résulterait que, faute d'avoir pris la précaution indiquée ci-dessus, la section défectueuse serait séparée de la batterie, ce qui empirerait la situation au lieu de l'améliorer.

Si l'on fait usage de batteries pour couper la pointe du débit, l'électricien se servant du tableau devra toujours veiller à ce que le débit de la batterie sur chaque section ne dépasse pas la capacité de surcharge de l'unité afférente, ceci en prévision du cas où l'interrupteur (17) viendrait à fonctionner.

Pour supprimer cette sujétion, il suffit de raccorder directement sur la barre de décharge de la batterie un certain nombre de feeders de chaque section en se servant au moment voulu de

commutateurs disposés à cet effet. L'électricien n'aura, dès lors, qu'à veiller qu'il ne s'établisse pas d'échange par les interrupteurs (17) en agissant sur les rhéostats d'excitation des génératrices.

Il faut craindre en dernier lieu que, en cas d'un court-circuit se produisant en un point quelconque du système de haute tension, les batteries des sous-stations ne contribuent à l'alimenter, la chute de tension sur le réseau primaire étant cause du renversement de sens du transport effectué par les groupes moteurs-générateurs; ces derniers contribueraient à alimenter le court-circuit en lui envoyant du courant par les barres mêmes de l'usine, ce qui pourrait provoquer le déclenchement des interrupteurs de groupes. Le sectionnement permet d'éviter cet inconvénient, à condition qu'il s'opère à temps; dans ce but, il faut éviter l'usage des relais à retour dont l'action serait trop rapide, vu l'intensité de ce retour.

Il convient donc de ne faire usage pour la protection des câbles et des groupes de conversion que de relais à maximum avec limite de temps nettement accusée. Pour les câbles on peut aussi utiliser des relais du genre Merz - Price; il ne serait pas difficile, à l'exemple de ce qui se fait pour les transformateurs, de combiner entre eux pour la protection des groupes deux relais à retour, placés l'un sur le raccordement de basse tension, l'autre sur celui de haute tension, en faisant en sorte que leur action se contrarie si le retour se fait dans un sens pour alimenter un défaut sur les câbles d'arrivée, et que leur action s'ajoute si le retour ne se fait que d'un côté, par suite d'un défaut intérieur au groupe. Il est cependant plus simple et parfaitement suffisant de faire usage de relais à maximum.

Le sectionnement fonctionne assez vite pour éviter que les moteurs synchrones et convertisseurs ne décrochent ou que leurs interrupteurs ne déclenchent.

Ces précautions sont nécessaires même au cas où la sous-station n'est pas munie de batteries, car le retour peut s'effectuer d'une section à la voisine par les barres de basse tension, celles de haute tension ne s'étendant pas d'une section à l'autre.

S'il est fait usage de moteurs synchrones ou de convertisseurs au moment des manœuvres, les excitations sont dérivées sur des barres spéciales prises directement aux bornes de la batterie. Pendant la marche, on peut faire passer les unités de l'excitation séparée à l'auto-excitation, grâce à l'emploi d'un commutateur approprié et déjà connu, ceci afin que le sectionnement se réalise d'une façon absolue et existe pour toutes les parties des circuits.

Sur les barres dont il vient d'être question s'opère également le démarrage, de façon que la mise en marche des unités d'une section quelconque puisse se faire, même au cas où les interrupteurs automatiques protégeant la batterie auraient fonctionné. Il pourrait arriver, en effet, que dans un réseau d'éclairage il se produise, malgré tout, en cas de court-circuit, par exemple, sur un paquet de feeders à la sortie d'une sous-station, un arrêt partiel.

Si l'on se trouvait au moment du fort débit, il serait impossible, après avoir éliminé le défaut, de réenclencher directement la batterie sur une partie du réseau de résistance très faible et sans force contre - électromotrice (les interrupteurs généraux de circuits d'éclairage ne sont jamais pourvus de dispositif de déclenchement à minimum).

L'emploi de barres spéciales de démarrage permettra de remettre en marche les groupes transformateurs à moteur synchrone ou les convertisseurs de la façon ordinaire. En diminuant ensuite l'excitation, on pourra les réenclencher un à un en tension réduite sur le réseau, y compris les unités de réserve et reprendre ainsi graduellement la charge. Il n'y a pas lieu de craindre le décalage qui se produira du côté alternatif, car il diminuera au fur et à mesure que la charge montera par le relèvement de la tension aux bornes de la génératrice.

Néanmoins, il serait facile de dédoubler le dispositif permettant de passer de l'excitation séparée à l'auto-excitation, de façon à ne fonctionner que du côté continu en auto-excitation.

Dans les usines centrales, on fait généralement usage, depuis l'introduction des turbines, d'excitatrices séparées en bout d'arbre. Le problème du sectionnement est donc de fait résolu de la façon la plus simple en ce qui concerne l'excitation.

Dans les centrales installées différemment, le meilleur parti à prendre est de grouper toutes les excitations en une seule section alimentée par une batterie spéciale, d'un emploi beaucoup plus sûr qu'un groupe d'excitation quelconque; ceux-ci resteront réservés aux besoins de la force motrice.

Conclusion. — Ce qui frappera tout électricien familiarisé avec les installations actuelles, c'est l'apparente complication des dispositions que nécessite le sectionnement.

On objectera qu'elles constituent une sujétion en ce qui concerne la disposition des câbles et le

choix de la puissance des unités, et qu'elles demandent, pour leur entretien, un personnel d'élite.

En vérité, la première de ces objections est sans valeur pour ce qui concerne les installations nouvelles à projeter, et s'il s'agit d'anciennes, on trouvera, en général, toujours moyen, en groupant les unités, si les câbles qui les alimentent sont peu nombreux et en augmentant la puissance des batteries, de constituer des sections dont les divers éléments soient bien proportionnés entre eux.

En ce qui regarde la complexité des dispositions préconisées, jamais leur complication n'a été un obstacle à l'emploi des dispositifs pour ascenseurs électriques, pour moteurs d'extraction, pour l'accouplement des unités d'un train électrique et de bien d'autres dont il est fait un usage constant dans l'industrie. (Citons, dans un autre domaine, l'automaticité dans les les appels téléphoniques.)

Mais pour que l'emploi de tels dispositifs se généralise, il faut que leur bonne mise au point et leur complète automaticité permettent de simplifier le service, ou tout au moins n'amènent aucune complication dans ce sens et rendent les manœuvres plus sûres.

C'est à quoi l'on n'était pas arrivé jusqu'à présent en ce qui regarde le sectionnement.

De telles installations ne demandent pour leur maintien en bon ordre de marche, qu'une revision, annuelle par exemple, faite par un personnel expérimenté. Si le personnel ordinaire des tableaux ne pouvait convenir, on dispose toujours d'un ou deux électriciens instruits pouvant s'occuper, suivant un roulement, de l'entretien du matériel des différentes usines et sous-stations.

A présent que les écoles industrielles se multiplient et se perfectionnent tous les jours, ce personnel est facile à trouver, et l'on peut certifier qu'un système qui, entre autres avantages, présente celui de diminuer les dangers des fausses manœuvres en limitant les dégâts qui peuvent en résulter, rencontrera toujours un accueil enthousiaste de la part des hommes préposés à la conduite des installations et responsables du service.

Reste à considérer le point de vue financier.

Des installations ainsi conçues coûtent un peu plus cher en tant qu'appareils de tableau, mais on remarquera que, dans les usines où l'on avait espéré réduire fortement la consommation de charbon par l'emploi de grandes unités, l'on s'est trouvé forcé, par raison de sécurité, de mettre en service la machine de réserve en même temps que les autres. C'est pourquoi les cas de très fortes perturbations sont encore relativement peu fréquents, mais on perd ainsi l'avantage d'utiliser les unités à la charge la plus économique. Cet avantage se retrouve par la très grande sécurité que donne le sectionnement. La diminution des frais d'exploitation qui s'ensuit compense, et au-delà, l'influence sur le prix de revient de l'augmentation peu importante, d'ailleurs, dans l'ensemble, des frais de première installation.

Ainsi se trouvent donc satisfaites les visées d'économie immédiate que sera toujours tenté de poursuivre le directeur d'une exploitation.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

CANALISATIONS

Câbles électriques pour 60 000 volts en Allemagne.

D'après une information de l'*Electrical Review* on vient d'installer en Allemagne deux câbles souterrains transportant du courant sous 50 000 volts et destinés à alimenter le chemin de fer électrique Muldenstein-Bitterfeld. Etant donné que l'on n'a jusqu'ici employé des tensions aussi élevées que sur des lignes aériennes, la nouvelle installation offre un grand intérêt : elle permettra en effet de déterminer les mesures les plus convenables à adopter pour l'exploitation des chemins de fer électriques. Un de ces câbles, construit par la maison Siemens-Schuckert, a des conducteurs en aluminium : l'autre, sortant de l'usine Felten et Guilleaume, a des conducteurs en cuivre. Chacun d'eux se trouve logé dans une conduite remplie de sable. — G.

COMMANDE ÉLECTRIQUE

Une brosse électrique automatique pour le nettoyage des chaussures.

Nous lisons dans l'*Elektrotechnische Anzeiger* que, depuis quelque temps, on voit à la gare fédérale de Bâle et à la gare principale de Zurich

des brosses automatiques à actionnement électrique, destinées au nettoyage des chaussures. Ces brosses, qui ont reçu l'appellation de *Velox*, ont été construites par l'usine électromécanique de Schaffhouse, ancienne maison F. Kesselring et Cie.

La partie essentielle de l'appareil consiste en un tambour-brosse garni de crins, de manière que toutes les parties de la chaussure, quand on applique légèrement cette dernière contre le tambour animé d'un mouvement rapide de rotation, peuvent être facilement nettoyées. La boue grasse détachée tombe, au travers d'un grillage, dans un récipient *ad hoc*, tandis que la poussière légère est absorbée par un aspirateur et retenue dans l'appareil au moyen d'un filtre à air. Comme, par suite, il ne sort de l'appareil que de l'air pur, filtré, la brosse électrique automatique peut s'installer sans inconvénient dans des salles closes, des corridors, etc. Le tambour et le ventilateur sont actionnés par un moteur électrique que l'insertion d'une pièce de 10 centimes dans la fente convenable met en circuit et qui, au bout d'environ une minute, est mis automatiquement hors circuit. Comme, par les temps de pluie, il est impossible d'empêcher le tambour-brosse de prendre de l'humidité, une soufflerie d'air chaud assure son séchage. Naturellement, par les temps secs, la soufflerie d'air chaud reste en dehors du circuit.

Une fois que les chaussures ont eu la boue les recouvrant enlevée, l'abaissement d'un bouton latéral de pression fait entrer le tambour-brosse en contact avec des tampons de cirage, et ces derniers, sous l'influence de l'échauffement dû au frottement, font passer le cirage, par la brosse, sur les chaussures traitées. Dans la garniture de crins de la brosse, des filaments durs alternent avec des filaments souples : par suite, lorsque l'on applique fortement la chaussure contre la brosse, les filaments durs et courts enlèvent les souillures de boue; si ensuite on applique légèrement la chaussure contre la brosse, les filaments souples et plus longs entrent en action à leur tour et donnent à la chaussure le brillant nécessaire.

Le moteur est disposé dans la partie supérieure de l'appareil et est relié au tambour-brosse par une courroie de transmission; il développe environ 1 ch en faisant 3000 tours par minute. Sur le prolongement de l'arbre du moteur se trouve l'ailette de l'aspirateur qui, en donnant 12 m² d'air par minute et une pression correspondante à 30 mm d'une colonne d'eau, consomme environ 0,55 ch. Pour le fonctionnement du tambour-brosse lui-même, une puissance de 0,1 ch suffit. Y compris la consommation permanente de courant dans le relais de fermeture, la moyenne de consommation, chaque fois que l'appareil fonctionne, est d'environ 0,018 kw-heure. — G.

ÉLECTROTHERMIE

Cuisson électrique du pain aux Etats-Unis.

On lit dans l'*Electrical World* que la boulangerie Skiles, de Milwaukee (Wisconsin, États-Unis), qui utilisait, depuis quelques mois déjà, un four électrique consommant 10 kw et cuisant des fournées de 80 pains, se dispose, sans doute à la suite des résultats financiers avantageux obtenus, à installer un four plus grand qui, en consommant 30 kw, donnera des fournées de 360 pains. L'essai du premier appareil a permis de constater que le four électrique présente, sur le four ordinaire, l'avantage de supprimer l'espace destiné à loger le charbon et les cendres, les frais de manipulation dudit charbon et desdites cendres, ainsi que les inconvénients concomitants, le dégagement d'une chaleur pénible à supporter, etc. De plus, le four électrique n'occupe que un cinquième de l'encombrement occasionné par les fours ordinaires et il peut entrer en activité beaucoup plus vite, car il prend la température de cuisson dans les 45 minutes après application du courant. Ce nouveau four, à 360 pains, est construit par la Compagnie Westinghouse; il pourra consommer jusqu'à 30 kw, et sa consommation courante sera de 20 kw. Il fonctionnera durant 20 heures par jour, d'où une consommation d'environ 20 000 kw-heure par mois. Le pain de froment, pour atteindre le degré de cuisson convenable, doit séjourner 30 minutes dans le four : le nouveau four produira donc 720 pains à l'heure ou 14 400 par jour. — G.

LAMPES

La durée des filaments des lampes à incandescence.

Nous détachons de la revue *Elektrische und Maschinelle Betriebe*, les lignes suivantes :

« De quoi peut bien dépendre la durée utile des filaments incandescents? La désagrégation du filament et le noircissement de l'intérieur de l'ampoule sont les symptômes apparents d'une fin imminente de la lampe à incandescence. Mais on n'est pas encore parfaitement fixé sur les causes de ces symptômes; aussi, comme elles coûtent beaucoup plus cher que les lampes à filament de charbon, il serait certainement opportun de soumettre les lampes métalliques à des recherches étendues et systématiques qui permettraient peut-être de découvrir le pourquoi de leur destruction. Aux températures normales de l'incandescence, il semble se produire une petite évaporation, et c'est cette évaporation qui provoque sans doute le noircissement. Dans d'autres branches de la technique, on a constaté que là

où des métaux demeurent soumis à des températures élevées pendant des laps de temps prolongés, une des causes principales de la destruction est que des gaz demeurent enfermés à l'intérieur du métal ou encore que des gaz, venant de l'extérieur, attaquent le métal. La même théorie s'applique-t-elle également aux filaments métalliques? Si, au cours de la fabrication, des gaz se trouvent emprisonnés dans le filament et si ces gaz restent présents, même après qu'on a fait le vide et qu'on a fermé l'ampoule, c'est aux gaz en question qu'il faut nécessairement attribuer la destruction du filament. Pour acquérir une certitude à ce sujet, il conviendrait de se livrer à quelques essais sur des filaments vieillis, ayant fourni de longs services, et d'observer comment ils se comportent dans une nouvelle ampoule où on aura fait le vide. » — G.

Résultats donnés par les nouvelles lampes Osram.

Nous lisons dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* que la société allemande Auer de Berlin vient de faire examiner, au point de vue de la durée, par la Physikalisch-Technische Reichsanstalt, huit lampes Osram à filament métallique de 16 bougies Hefner, fonctionnant avec du courant alternatif sous 220 volts. Au cours des essais, la tension de régime était de 217 volts; l'absorption de courant, au commencement des mesures, a varié entre 0,0944 et 0,0971 ampère, et l'intensité lumineuse moyenne, mesurée perpendiculairement à l'axe des lampes, entre 16,2 et 17,2 bougies Hefner; la consommation spécifique s'est élevée à 1,22-1,28 watts par bougie. Des huit lampes en question, sept brûlaient encore au bout de 1500 heures de fonctionnement. Ces sept dernières lampes ont alors présenté les mesures suivantes :

Absorption de courant : de 0,0941 à 0,0958 ampère; intensité lumineuse moyenne : de 15,1 à 16,6 bougies Hefner; consommation spécifique : de 1,33 à 1,35 watts par bougie. La diminution de l'intensité lumineuse, durant les 1500 premières heures de fonctionnement, n'a été en moyenne que de 7 0/0 environ. — G.

MATIÈRES PREMIÈRES

Le Platine, ses gisements, son industrie (1).

Le platine fut découvert dans la Colombie équatoriale; on le trouva pour la première fois mélangé à l'or, sous forme d'un métal plus lourd que ce dernier, que l'on considéra comme de l'argent de qualité inférieure. Plus tard, on en découvrit dans l'Oural, dans une région où on ne l'exploite plus aujourd'hui, toujours au cours de recherches de l'or. Enfin, beaucoup plus récemment, on en trouva un gisement considérable dans le Taghil, au sud de l'Oural, dans les alluvions de diverses rivières.

Au commencement, le platine avait peu de valeur; mais, plus tard, lorsqu'on eut découvert un autre grand gisement plus au nord, sur le versant asiatique de l'Oural, les exploitations furent poussées d'une façon très active et le métal arriva en grande quantité sur le marché. Le gouvernement russe s'en servit même pour faire frapper des monnaies, mais ces monnaies ne restèrent pas longtemps en circulation, par suite de la hausse considérable des prix.

M. Duparc fit ses premières recherches, il y a quatorze ans environ, dans le massif du Koswinski, pour se rendre compte d'où provenait le platine que l'on n'avait trouvé, jusque-là, que dans les alluvions des rivières. Il reconnut qu'on le trouvait exclusivement dans une roche appelée la *dunite*. Il entreprit alors une série de recherches pour retrouver les centres dunitiques, et découvrit ainsi quatre nouveaux gîtes platinifères. Toutes les rivières émanant de ces centres furent trouvées platinifères.

Le conférencier fait ensuite passer quelques clichés montrant la structure géologique des gîtes platinifères. La formation-type de ces derniers peut se définir ainsi : au centre, un noyau de dunite; autour, une ceinture de pyroxénites, et autour des pyroxénites, une nouvelle ceinture de roches feldspathiques. Toutes les rivières, sans exception, qui s'amorcent dans la dunite, sont platinifères ; on peut constater une unité parfaite dans la structure des différents gîtes.

Toutefois, il arrive que l'on trouve du platine également dans les pyroxénites, mais seulement aux endroits où il n'y a aucun affleurement de dunite; cette anomalie, qui n'est qu'apparente, s'explique comme suit : lorsque les matières injectées dans la croûte terrestre, d'abord à l'état de magma, se sont solidifiées, le platine contenu dans ce magma s'est concentré dans la pyroxénite, plus basique que les roches feldspathiques ; ensuite, la dunite, encore plus basique, a retiré le métal : c'est, en somme, un processus de scorification naturelle. Or, il est arrivé, dans certains cas, que la quantité initiale de magma a été insuffisante : la dunite n'a pas pu apparaître comme telle et le platine est resté dans la pyroxénite.

Le platine se présente, dans la dunite, sous deux formes : soit en grains ou en masses plus ou moins volumineuses, cristallisées directement dans la roche, soit emprisonné à l'intérieur d'un élément appelé la *chromite*. Lorsqu'on le trouve dans les pyroxénites, il est également ou bien cristallisé directement dans la roche, ou bien enfermé

(1) Communication faite à la Société des Arts de Genève.

dans un minéral qui joue, dans les pyroxénites le même rôle que la chromite dans la dunite, et qui s'appelle la *magnétite*.

On pourrait se demander s'il ne serait pas possible de retirer le platine de la roche-mère elle-même, plutôt que de l'aller chercher dans les alluvions des rivières; il faudrait pour cela que la teneur spécifique de la roche en platine soit suffisante pour rendre l'opération rentable. Or, on a constaté que la dunite est si pauvre, qu'il ne peut être question d'en extraire le métal d'une façon rémunératrice. Jamais, par conséquent, le platine ne sera récupérable par le broyage et le lavage de la roche. Il n'y a pas d'autre façon de procéder que de le rechercher dans les rivières.

Un autre point intéressant à signaler est la variation dans la composition des divers platines naturels. On trouve dans ces derniers, à côté d'une certaine quantité de platine, de l'osmiure d'iridium, de l'or, du palladium, du rhodium, de l'iridium, et, enfin, une quantité variable de cuivre et de fer. Or, l'expérience montre que les proportions de ces divers éléments sont différentes dans chaque gisement; elles varient même, quoique à un degré bien moindre, entre les régions d'un même gisement. Dans les platines naturels les plus riches, la teneur en métal pur atteint 82 à 83 0/0, dans les plus pauvres, 50 à 60 0/0. Les platines des pyroxénités sont en général plus riches que ceux des dunites.

Le conférencier expose ensuite, en illustrant ses paroles d'une riche collection de photographies, les moyens employés pour l'exploitation des rivières platinifères. On trouve le métal dans le lit de l'ancienne rivière, et non dans celui de l'actuelle, qui en diffère parfois totalement. Ce lit ancien se compose tout d'abord des alluvions les plus profondes, appelées les sables; puis, au-dessus, des graviers, et enfin d'une couche de tourbe recouverte de végétation; la rivière actuelle a établi son lit en rongeant ses propres alluvions. C'est dans la couche inférieure des anciennes alluvions, dans les « sables », que se trouve le platine à exploiter.

Dans les petites exploitations, il y a deux façons d'opérer : ou bien le travail se fait par des tâcherons; l'on construit un petit lavoir, ou *sluice*, dans lequel on lave les alluvions brassées avec de l'eau; ou bien, si le travail se fait sur une grande échelle, on se sert d'un sluice beaucoup plus grand, appelé amérikanka, dans lequel on achemine l'alluvion en la lavant.

Mais, quel que soit le mode de faire, il y a toujours lieu de procéder à des recherches préalables. Dans ce but, on fore des puits de sondages jusqu'à la couche de sables, qui se trouve en général à 2 ou 3 m, mais peut descendre quelquefois à 45 m de profondeur. Les déblais sont recueillis et lavés dans un petit sluice, puis on établit la proportion de platine trouvé par rapport au volume total des déblais.

Dans les grandes laveries, qui peuvent traiter de 500 à 600 m³ d'alluvions par jour, les lavoirs sont mus par la vapeur. Les parties essentielles d'une laverie sont : la machine à vapeur, le lavoir et le pont sur lequel arrive l'alluvion pour tomber dans le lavoir. Pendant l'hiver, on enlève les tourbes, les graviers et les sables stériles, et, pendant l'été, on extrait et lave alors les sables productifs.

Le lavoir classique se compose d'un grand cylindre horizontal légèrement incliné et tournant, dans lequel l'alluvion arrive par l'orifice supérieur. Ce cylindre est percé de trous à travers lesquels passent l'argile et les particules de platine, alors que les cailloux sortent par l'extrémité inférieure. L'argile tombe sur le sluice placé en dessous, qui est formé d'un plan incliné en bois tapissé de serpillières, dont le rôle est d'agripper les particules de métal. Quand les alluvions sont très argileuses, on se sert d'une chaudière percée de trous, dans laquelle tourne un moulinet à palettes. Enfin, il existe aussi des appareils composés d'une gouttière en tôle d'acier dans laquelle tournent des brasseurs mécaniques décalés.

Puis M. Duparc montre, par quelques clichés fort pittoresques, quels sont les moyens de communication, plutôt rudimentaires, et les conditions d'existence dans les régions qu'il a étudiées.

Enfin, il donne quelques détails sur l'état actuel des gîtes platinifères. Les alluvions riches touchent à leur fin, mais il y a encore beaucoup d'alluvions pauvres qui peuvent être exploitées par des procédés perfectionnés, dont le type est la drague. La drague travaille, en effet, sans grands frais de main-d'œuvre, ce qui rend l'opération rentable, alors qu'elle ne le serait pas avec les anciens procédés.

Malgré cela, il est à prévoir que la production de l'Oural diminuera d'une façon très sensible, et que cette diminution influera presque inégralement sur le cours du métal. En effet, les gisements des autres pays platinifères : Colombie équatoriale, Brésil, Bornéo, ne représentent que 5 0/0 environ de la production mondiale et ne peuvent entrer d'une façon sérieuse en ligne de compte.

Autrefois, le platine était beaucoup employé dans l'industrie chimique : les fabriques d'acide sulfurique, en particulier, en immobilisaient de grandes quantités pour leurs appareils. La photographie en utilisait aussi quelque peu; mais le principal consommateur était l'art dentaire.

A un certain moment, lorsque les prix montèrent, le platine immobilisé dans l'industrie fut réalisé d'un seul coup, et il en résulta une baisse; puis, après cette crise, on vit la demande affluer de nouveau et les prix remontèrent. Le platine entra alors dans la bijouterie et se substitua à l'or

pour certains emplois. Aujourd'hui, les deux principaux clients des producteurs de platine sont le dentiste et le bijoutier, et il est probable que les prix du métal se maintiendront.

Louis Duparc.

RADIOTELÉGRAPHIE

Une station centrale pour transmission électrique de l'heure, en Allemagne.

Suivant l'*Elektrotechnische Anzeiger*, on songe à édifier, près de Fulda, une station centrale qui, au moyen d'ondes électriques, actionnera d'une façon absolument identique et régulière toutes les horloges publiques d'Allemagne. A cet effet, on se propose d'édifier une tour de transmission d'une centaine de mètres de hauteur. A l'expiration de chaque minute, un des trois régulateurs disposés dans la station centrale enverra une impulsion de courant à haute tension à l'antenne transmissive. Les horloges réceptrices installées dans toute l'Allemagne seront chaque minute actionnées par ces ondes. Le système que l'on se propose d'employer à Fulda est insensible à toutes ondes étrangères, en sorte que même les ondes atmosphériques occasionnelles ne pourront causer aucune perturbation. — G.

RECETTES

Soudage des fils émaillés.

L'*Elektrophysikalische Rundschau* recommande le procédé suivant pour enlever, avant de les souder ensemble, l'émail qui recouvre les petits fils des conducteurs électriques en cuivre. Plonger les extrémités à souder, pendant un temps prolongé, dans une lessive bouillante de potasse ou dans de l'acide sulfurique concentré, ou encore dans une lessive concentrée et froide de potasse, les laver un instant après dans de l'eau chaude et enfin les sécher en les plongeant dans l'alcool. — G.

TRACTION

Emploi de l'aluminium dans la construction des voitures de tramways.

Suivant la revue *Elektrische und Maschinelle Betriebe*, l'entreprise des tramways urbains de Zurich emploie de l'aluminium pour la construction des voitures de son réseau. Des considérations de deux espèces l'ont amenée à fixer son choix sur ce métal, savoir : 1. La diminution du poids mort qui en résulte; 2. La plus grande durée de la peinture protectrice, laquelle, en raison de l'oxydation des tôles autrefois utilisées pour le même objet, était rapidement détruite. Ce dernier point offre une grande importance pour les tramways de Zurich, dont les voitures présentent une peinture très claire. On y avait d'abord utilisé l'aluminium pour la construction des toits des voitures; on constata alors que l'oxydation était si minime que l'on décida de recourir à l'aluminium non seulement pour la construction des toits, mais encore pour celle des revêtements du corps de la voiture, pour celle de la garniture du plancher. Le métal employé contient une petite addition de cuivre; il provient de la fabrique de la Société de l'aluminium de Berlin et il est connu sous l'appellation de *Dura-aluminium*; énergiquement laminé et forgé, il présente une grande ductilité. — G.

Bibliographie

Les appareils de levage, de transport et de manutention mécanique dans les usines, chantiers de travaux publics, entrepôts, docks, ports, mines, chemins de fer, etc., par E. Pacoret. Un volume, format 35/24 cm, de 180 pages, avec 426 figures. Prix : 12 francs. (Bibliothèque de la Technique moderne, Dunod et Pinat, éditeurs.)

Cet ouvrage est une véritable monographie des appareils de levage, de transport et de manutention. Il traite successivement des appareils isolés (crics, vérins, palans, cabestans, treuils), des appareils combinés (commande électrique, ascenceurs, monte-charges, ponts roulants, grues), des appareils de manutention mécanique (porteurs roulants et gerbeuses, transporteurs à organes de traction sans fin, câbles transporteurs aériens, voies suspendues à trolleys, bennes, trainages sur voies, transbordeurs et déchargeurs, plans inclinés, appareils de manutention dans les usines métallurgiques, dans les hauts-fourneaux et dans les usines à gaz).

La forte documentation du livre de M. E. Pacoret et son abondante illustration font de ce travail un auxiliaire précieux pour l'ingénieur et le chef d'entreprise.

La coloration des métaux. *Nettoyage, polissage, patinage, oxydation, métallisation, peinture, vernissage*, par J. Michel Rousset. Un volume, format 18/12 cm, de 284 pages, avec figures. Prix : 3 francs. (Paris, H. Desforges, éditeur.)

Ce recueil de recettes rationnelles se distingue de tous les formulaires connus par des données rigoureusement scientifiques et par un choix très judicieux des recettes indiquées.

L'auteur a groupé méthodiquement les nombreuses recettes publiées dans les périodiques français et étran-

gers sur cet intéressant sujet qui n'a fait encore l'objet que d'une monographie en langue allemande.

Chaque chapitre se compose d'une étude préliminaire, avec exposé de principes scientifiques sur lesquels sont basées toutes les recettes, décrite sensuite sous forme bien détachée et très claire.

L'auteur passe ainsi successivement en revue de façon très complète : le nettoyage des métaux (décapage, dérochage, polissage) puis le bronzage et oxydation du fer, le patinage du cuivre et des alliages divers : laiton, bronzes de monnaies et médailles, etc. Le zinc, l'étain, l'aluminium, l'argent, sont passés en revue dans les chapitres suivants comme aussi les procédés de patinage applicables sur tout métal. La métallisation : dorure, argenture, étamage, zincage, etc., par les métaux fondus, les solutions, poudres et procédés divers, est ensuite étudiée très complètement. L'ouvrage est terminé par une étude fort documentée consacrée aux peintures et vernis pour métaux, en particulier les peintures antirouille pour le fer, et les vernis incolores pour le laiton.

-oo-

Organisation et direction des usines. *Guide pratique pour l'organisation et la direction des fabriques de machines et industries semblables, ainsi que pour le calcul du prix de revient et le décompte de la paye.* D'après le livre allemand d'Albert Ballewski, par André Meyer. Un volume, format 25/16 cm de de VI-220 pages, avec 5 figures. Prix : 7,50 fr. (Paris, librairie Gauthier-Villars.)

Nous ne saurions mieux présenter cet utile travail qu'en reproduisant sa préface qui caractérise très bien le but poursuivi.

« *Time is money*! Le temps c'est de l'argent! Ce proverbe est exact, surtout dans les affaires et dans l'industrie. Pour obtenir un bon résultat dans n'importe quelle entreprise industrielle ou commerciale, il faut donc réduire au minimum le temps employé pour chaque travail, tout en l'exécutant d'une manière exacte et complète.

« Pour atteindre ce but, une bonne organisation est nécessaire. Comme les Allemands, avec leur esprit de discipline, sont arrivés à fonder des institutions et à réaliser une organisation leur permettant de nous faire concurrence avec succès dans notre pays, nous avons pensé qu'il serait intéressant de faire connaître aux industriels et aux ingénieurs français leurs méthodes et leurs procédés.

« C'est ce point de vue qui nous a décidé à entreprendre le travail que nous présentons à nos lecteurs sous le titre de *Direction et organisation d'usines*, et qui donne entre autres des indications assez complètes sur la manière d'établir exactement et avec le moins de frais possible le prix de revient exact de chaque produit

« Nous nous sommes efforcé autant que possible d'adapter les procédés allemands aux coutumes françaises. Néanmoins, comme ce n'est pas toujours possible, nous avons décrit certains procédés tels qu'ils sont employés en Allemagne. Ces renseignements peuvent être de grande utilité à beaucoup d'industriels français qui, se basant sur ce que nous leur donnons à titre d'exemple, pourront créer dans leurs établissements une organisation leur permettant de combattre avec succès l'invasion des produits étrangers.

« Nous ne prétendons nullement que ce que nous présentons soit seul exemplaire et seul susceptible d'assurer un bon résultat. Au contraire, il existe des organisations et des procédés si variés qui donnent satisfaction, que nous ne pouvons tout mentionner. Notre but aura été atteint si nous avons ouvert les yeux sur la nécessité d'organiser en France l'exploitation des établissements industriels de manière à obtenir le rendement maximum avec le minimum de frais. »

Table des matières.

Introduction. Création d'une usine. Achat d'une vieille usine. La direction commerciale. La comptabilité commerciale. Le service des achats. L'arrivée et la distribution du courrier. Préparation et expédition du courrier. Les frais généraux. Amortissements. La manière de couvrir les frais généraux. L'inventaire. Le relevé. Le calcul. Voyages d'affaires. Représentations. Publicité. Le bureau technique. Le contrôle des dessins. Le devis. Désignation des produits. L'organisation de l'usine. Le concierge. Le contrôle des heures de travail. Les commandes. La liste des matières. La question des salaires. La répartition du travail. La feuille de journée. La feuille de travail. Livrets de travail. Tarifs pour les travaux exécutés à la pièce. Répartition du gain dans une équipe. Travail simultané de plusieurs machines-outils. Décompte pour les travaux exécutés à la pièce. La paye. L'outillage. L'emploi des feuilles de journée et des feuilles de travail. Le calcul du prix de revient. Travaux préliminaires pour le calcul du prix de revient. Travaux de réparations. Modèles et frais de modèles. Calcul détaillé du prix de revient. Calcul global du prix de revient. Décompte entre ateliers. L'économat. Le magasin des pièces détachées. Le magasin des objets finis. L'expédition et la réception des marchandises. La statistique. Secours en cas d'incendie. L'assurance contre l'incendie. Les apprentis et les ouvriers mineurs. Règlement de l'usine. Prescriptions contre les accidents du travail. Caisse de prévoyance pour les employés.

-oo-

Cours pratique d'électricité industrielle à l'usage des élèves des écoles d'enseignement technique, par Henry Chevallier. Tome III, 2e édition. — *Les courants alternatifs simples et polyphasés et leurs principales applications industrielles. Alternateurs, transformateurs, moteurs, distribution, transport et tarification de l'énergie.* Un volume, format 19/12 cm de 486 pages, avec 524 figures. Prix, cartonné : 12 fr. (Paris, Ch. Béranger, éditeur.)

Ce troisième volume complète heureusement ce cours pratique, parfaitement mis à la portée des jeunes étudiants auquel il s'adresse.

Consacré entièrement à l'étude des courants alternatifs, ce volume est divisé en dix-neuf chapitres traitant successivement les sujets suivants, après une introduction à l'étude de ces courants :

I. Alternateurs industriels;

II. Etude expérimentale de la forme des courants alternatifs;

III. Etude graphique et géométrique des sinusoïdes, méthode des secteurs;

IV. Mesure de l'intensité d'un courant alternatif, intensité efficace;

V. Mesure d'une différence de potentiel alternative, différence de potentiel efficace;

VI. Self-induction d'un circuit, ses effets;

VII. Etude des condensateurs, effets de la capacité des circuits;

VIII. Puissance des courants alternatifs;

IX. Les transformateurs industriels;

X. La bobine d'induction;

XI. Fonctionnement des alternateurs;

XII. Les moteurs à courant alternatif;

XIII. Les champs magnétiques tournants;

XIV. Production des courants polyphasés, alternateurs polyphasés;

XV. Distribution de l'énergie électrique par courants triphasés;

XVI. Les moteurs à courants polyphasés;

XVII. Appareils permettant de changer la nature, la forme ou la fréquence des courants électriques;

XVIII. Mesure et tarification de l'énergie électrique;

XIX. Le transport de l'énergie à distance et les courants alternatifs.

L'auteur a clairement exposé les phénomènes des courants alternatifs en développant surtout la partie pratique. L'électricien qui possédera parfaitement les connaissances puisées dans cet ouvrage sera plus en mesure de rendre immédiatement des services dans l'industrie.

Aménagement du Haut-Rhône français. Bellegarde et Malpertuis. Un volume, format 24 16 cm de 68 pages, avec figures et plans (Lyon, imprimerie A. Rey).

La Société d'agriculture, sciences et industrie de Lyon a eu l'excellente idée de réunir dans cette brochure les conférences faites en novembre dernier, au nombre de trois.

La première est un exposé général de la question avec les caractéristiques des projets proposés par M. P. Mauvernay.

La deuxième, faite par M. Coutagne, traite des apports et ensablements du Haut-Rhône et de leurs conséquences sur la durée et l'efficacité des réservoirs créés par les barrages sur le fleuve.

Enfin, dans la troisième, M. E.-A. Martel a exposé une étude hydrologique et géologique de l'emplacement des barrages projetés sur le Haut-Rhône.

Nouvelles

La reprise de la National Company Telephone par l'administration anglaise.

Un grand événement administratif vient de s'accomplir en Angleterre : c'est la reprise par l'Etat des installations et du personnel de la National Telephone Company. Par le fait de cette reprise, l'administration anglaise se trouve chargée de l'exécution complète du service téléphonique pour tout le Royaume-Uni, à l'exception de Hull et de Portsmouth, où le téléphone reste entre les mains d'une compagnie dont la licence n'expirera qu'en 1926.

C'est depuis trente ans que la National Telephone Company opérait et pendant cette période, dont les débuts furent nécessairement marqués par des tâtonnements dispendieux, elle avait graduellement absorbé les autres organismes similaires, s'efforçant, tant bien que mal, d'assurer convenablement l'exploitation, malgré la concurrence que lui faisait l'Etat même, non satisfait de la redevance de 10 0 0 des recettes brutes imposée aux compagnies concessionnaires.

On peut dire qu'elle était parvenue à donner à son entreprise une prospérité remarquable : elle avait en fonctionnement plus de 1600 bureaux, ouverts d'une façon permanente; 526 000 postes téléphoniques étaient reliés à son réseau, indépendamment de 36 300 postes privés; le développement des fils constituant son réseau était de plus de 2 080 000 km, dont 68 0 0 en câbles souterrains, 9,6 en câbles aériens et le reste, en fils nus; en outre, elle détenait en location plus de 393 000 km de fils de l'Etat; on évalue que, journellement, ses bureaux avaient à faire face à plus de 2 1/2 millions de demandes de communication; son personnel comprenait 7550 opératrices; pour l'année 1911, ses recettes totales montèrent à plus de 90 millions; ses dépenses d'exploitation à 57 millions approximativement; du chef de la redevance qu'elle devait payer à l'Etat, celui-ci doit encaisser une somme de 8 842 500 fr; pour les dix dernières années écoulées, il n'a pas touché moins de 61 869 500 fr.

A tous égards, la Compagnie avait opéré d'une façon modèle.

Ainsi, elle avait affecté des sommes considérables à l'éducation professionnelle de son personnel; elle avait créé pour l'usage de ses agents des cours spéciaux; elle supportait les frais d'études de tous ceux qui se distinguaient; des cours par correspondance lui permettaient d'assurer l'initiation des agents habitant les localités les plus éloignées ou cherchant à acquérir des connaissances dépassant l'enseignement professé dans les écoles ordinaires; elle subventionnait et patronnait d'une façon très active un grand nombre de sociétés — il y en avait plus d'une soixantaine — constituées par ses agents en vue de l'organisation de conférences, de causeries et de cours d'éducation mutuelle; elle distribuait des primes aux auteurs des meilleures conférences; elle éditait une revue très appréciée par ses employés, le *National Telephone Journal*,

et avait organisé un Comité éducatif chargé de l'examen des mesures à prendre pour favoriser l'amélioration des procédés d'étude; tous les agents étaient admis à soumettre à ce comité leurs propositions d'amélioration; les plus importantes et les plus utiles étaient récompensées.

De grands progrès avaient aussi été réalisés par la Compagnie en matière technique; c'est en grande partie à son influence que l'on doit l'introduction de méthodes de calcul rationnelles pour les circuits téléphoniques; elle a beaucoup contribué aussi à provoquer l'uniformisation de l'outillage; les derniers bureaux qu'elle a créés peuvent être considérés comme réunissant les derniers perfectionnements.

Bref, ce ne sera pas une tâche aisée qu'aura l'administration de maintenir la situation à un niveau correspondant à celui qu'avait atteint son prédécesseur et d'autant plus que les conditions dans lesquelles la reprise s'est effectuée n'étaient favorables ni à l'un ni à l'autre des contractants.

D'après la première licence accordée, c'était au 31 décembre 1904 que l'État avait pour la dernière fois la faculté de reprendre le système; le gouvernement préféra ne pas user de ses droits à ce moment et il conclut avec la Compagnie l'arrangement qui vient de faire passer sous sa direction le réseau, les bureaux centraux, etc.; cette solution garantissait la Compagnie contre l'érection d'un réseau par l'État lui-même et elle assurait à ce dernier l'entrée en jouissance du système; mais l'arrangement avait laissé de côté plusieurs points intéressants.

Il en était ainsi, en premier lieu, de la question du personnel; tout ce que l'on était parvenu à obtenir du gouvernement était qu'il reprendrait probablement une grande partie du personnel, sans que l'administration voulût assumer cependant aucune obligation à cet égard; plus tard, en présence de l'agitation provoquée par le personnel, le directeur général des postes prit l'engagement de conserver tous les agents inférieurs.

De même, aucune spécification n'était faite en ce qui concernait les installations à exécuter dans l'entretemps : le contrat stipulait que la somme à payer par l'Etat à la Compagnie serait égale au montant de la valeur du système au 31 décembre 1911; il s'ensuivait que la Compagnie eût été constituée en perte pour toute installation qui n'aurait pas fourni un service utile à cette date; il va de soi que cette clause influa beaucoup sur son mode d'exploitation durant les dernières années et qu'elle n'eut plus d'autre souci que de restreindre les dépenses d'extension au minimum le plus strict.

Une première conséquence de ce fait fut que, n'ayant plus à faire exécuter ses installations en prévision du développement futur, la Compagnie se vit forcée de congédier une partie de ses ouvriers, quelques démarches qu'elle eût faites pour en assurer la reprise par l'Etat.

D'autre part, celui-ci, en voulant trop sauvegarder ses intérêts, s'est mis dans la situation de n'avoir aujourd'hui qu'un système tout juste suffisant pour les besoins présents : la réalisation des extensions destinées à faire face aux besoins futurs, qui auraient dû être effectuées depuis plusieurs années, lui occasionnera inévitablement de grandes difficultés. Il lui faudra, en effet, ou bien retarder l'exécution des travaux, ou bien les entamer avec des plans incomplets.

L'évaluation des dépenses, l'établissement des devis, la révision des comptabilités, la détermination des nouveaux tarifs à mettre en usage constitueront également des problèmes ardus; les procédés appliqués par la National Telephone Company ne sauront être conservés, puisque les conditions d'exploitation et de travail sont modifiées; ceux en usage dans les services du Post-Office ne conviendront pas, puisqu'ils ne tiennent pas compte des facteurs nouveaux introduits par l'incorporation du système de la Compagnie reprise, avec son matériel et ses agents.

La question de savoir si les tarifs appliqués par la Compagnie (et qui permettaient à celle-ci d'acquitter à l'Etat la redevance de 10 0/0 qui lui était imposée) pourront être maintenus n'est pas encore résolue et il est à craindre qu'elle ne le soit pas de très tôt : pourra-t-on abandonner ce bénéfice en consentant des réductions de prix? Ne sera-t-il pas absorbé par des dépenses nouvelles?

Et toutes ces difficultés sont d'autant plus délicates à démêler que les questions à envisager se lient intimement entre elles, qu'elles ont toutes d'étroits rapports et que les solutions à donner aux unes influent considérablement sur les autres.

L'administration ne pourra, par exemple, fixer les tarifs qu'après la détermination de la somme à payer à la Compagnie et elle ne pourra établir de plans définitifs d'extensions probables qu'après la fixation des tarifs.

Bref, elle se trouve en face d'une situation transitoire grosse de dangers de toute espèce.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Ampèremètre avec indicateur de tension.

SYSTÈME OLIVETTI

Dans les installations électriques d'importance secondaire, ainsi que dans certaines parties d'installations importantes, par exemple, dans une usine où la commande électrique est appliquée, il

Fig. 87.

n'est pas nécessaire de connaître exactement la valeur de la tension du courant d'alimentation, ni de suivre ses variations possibles dans les différents points d'utilisation. Par contre, il est utile de disposer d'un moyen simple pour savoir si la ligne d'alimentation est ou non sous tension.

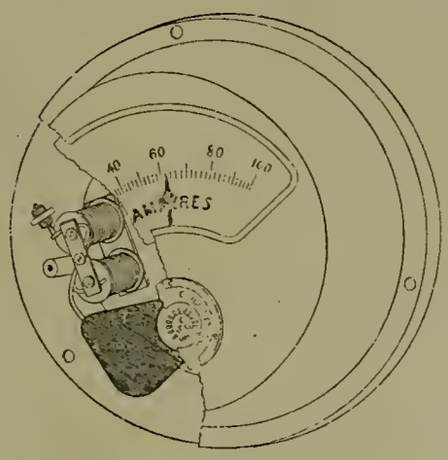


Fig. 88.

Ainsi dans une grande usine ou dans une exploitation minière, où sont installés de nombreux moteurs distribués en divers points du réseau d'alimentation, on se contente, comme instrument de mesure, d'un seul ampèremètre pour chaque moteur. Il est évident qu'un voltmètre serait d'un emploi superflu, car les indications qu'il fournirait ne serviraient qu'à indiquer, en cas d'interruption de courant, le moment où la canalisation n'est plus en charge et celui où le courant est rétabli, puisque les indications de cet instrument ne pourraient servir à la régulation de la tension, alors qu'on ne dispose d'aucun moyen pour l'effectuer à l'endroit où sont utilisés les moteurs.

Généralement, on se sert d'une lampe-témoin qui s'éteint dès que le courant vient à être supprimé. Ce dispositif de signalisation a le défaut d'exiger une consommation d'énergie qui n'est pas négligeable.

Pour éviter cet inconvénient, la Société anonyme C. G. S. (anciennement C. Olivetti et Cie), de Milan, vient de réaliser un type d'ampèremètre spécial (fig. 87 et 88) du système électromagnétique, pour courant continu ou pour courant alternatif, qui indique naturellement la valeur et les variations de l'intensité du courant, mais comporte, en outre, un dispositif très simple faisant connaître si la ligne est ou non sous tension.

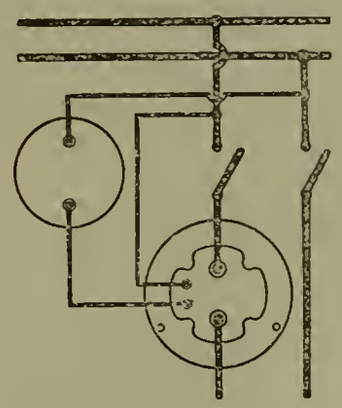


Fig 89.

Comme on le voit sur la figure 88, ce dispositif indicateur est constitué par un électro-aimant, logé à l'intérieur du boîtier de l'instrument et actionné par le courant; l'armature de ce relais porte un petit voyant dont une partie est teintée en blanc et l'autre en rouge. Lorsque la ligne n'est pas sous tension, la partie blanche du voyant apparaît derrière une fenêtre circulaire pratiquée dans la paroi antérieure du boîtier; quand la ligne est sous tension, l'électro-aimant attire son armature et la partie rouge du voyant apparaît derrière la fenêtre.

L'ampèremètre est monté, comme d'ordinaire, en série sur l'un des conducteurs, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un shunt ou d'un transformateur de mesure. Le circuit du dispositif indicateur est dérivé sur la ligne au moyen de deux bornes distinctes.

Si l'on fait usage d'un interrupteur, le montage s'effectue comme l'indique la figure 89, dans laquelle, pour plus de simplicité, on a représenté une ligne monophasée.

La dérivation doit être prise avant l'interrup-

teur. Si la ligne alimente un moteur, par exemple, la partie rouge du voyant sera visible pendant tout le temps que le moteur fonctionnera; s'il vient à ralentir ou à s'arrêter, la partie blanche apparaîtra. On ouvre alors l'interrupteur et on attend que la partie rouge se présente pour remettre le moteur en marche.

Ce dispositif présente autant d'avantages que si l'on utilisait un ampèremètre et un voltmètre et, de plus, ne nécessite qu'une légère augmentation du prix de l'ampèremètre, tout en permettant de réaliser l'économie d'achat d'un voltmètre.

J.-A. M.

Note sur l'emploi des Châssis tubulaires

DANS LA CONSTRUCTION DES TABLEAUX DE DISTRIBUTION

Dans une communication faite récemment à la Société belge d'électriciens, M. Paul Tart a décrit ce nouveau mode de construction des châssis supportant les tableaux de distribution.

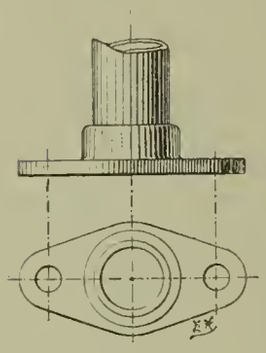


Fig. 90.

Anciennement, les chevalets en fer pour tableaux de distribution étaient constitués par un assemblage de fers profilés d'un aspect plutôt lourd et désagréable à l'œil. De plus, leur construction exigeait une main-d'œuvre relativement élevée. En effet, le sciage à longueur des fers en U, des cornières et des fers en T, leur dressage, leur pliage, leur forage et particulièrement leur assemblage constituait un travail assez important. Ensuite, le poids de fer qui entrait dans la construction d'un châssis de tableau représentait un

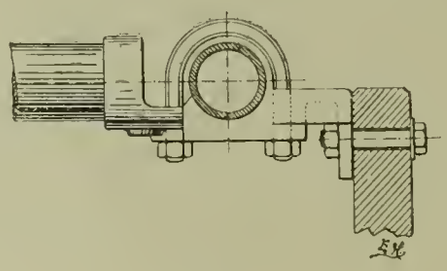


Fig. 91.

facteur souvent élevé dans le prix de revient global du tableau.

Par l'adoption des châssis tubulaires, les inconvénients ci-dessus ont été considérablement atténués.

Dans ce nouveau mode de construction, tous les fers profilés ont été remplacés par des tubes à gaz en fer et, dans le but de simplifier autant que possible cette nouvelle fabrication, deux dimensions différentes de tubes ont été seulement adoptées. Pour les montants principaux du chevalet, il a été prévu des tubes à gaz de 1 1/4" et, pour les tirants d'attache, des tubes à gaz de 3/4".

Ces tubes sont assemblés entre eux par une série de pièces spéciales en fonte malléable et d'étriers en fer dont les principaux sont reproduits ci-après. Les tubes à gaz et toutes ces pièces spéciales sont entièrement laqués noirs, ce qui leur donne un bel aspect : seuls, les boulons d'attache des panneaux de marbre ou d'ardoise ont les têtes nickelées ou étamées.

Il est à remarquer que le matériel nécessité par la construction de ces nouveaux chevalets tubu-

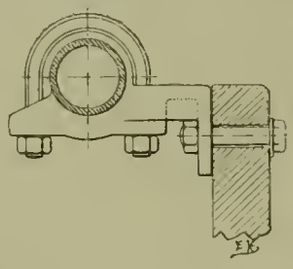


Fig. 92.

Fig. 93.

laires est un matériel absolument normal, catalogué et dont chaque pièce porte un numéro d'ordre. Toutes ces pièces ont été étudiées de manière à pouvoir réaliser tous les systèmes et tous les modèles de châssis pour tableaux de distribution.

Presque toutes les pièces décrites ci-après sont d'un poids très réduit et, à une ou deux exceptions près, sont brutes de fonderie. Leur valeur est donc très minime. Comme on pourra en juger, ces châssis tubulaires présentent encore l'avantage de ne nécessiter aucun outillage. Leur montage peut en être effectué sur place en très peu de temps, à l'aide d'une simple clef pour les vis et écrous.

Les tubes constituant les montants principaux sont pourvus à leur partie inférieure d'une bride

ovale vissée sur le tube et qui repose sur le sol. Cette bride est percée de deux trous, comme le

Fig. 94

montre la figure 90, dans lesquels viennent se placer les boulons. Dans le cas où ces montants reposeraient sur une poutrelle, les boulons de fondation seront remplacés par des boulons ordinaires.

Les mêmes brides ovales, mais d'un diamètre plus petit, sont adoptées pour la fixation, dans le mur arrière, des tubes de 3/4", formant les tirants. Ces tirants sont fixés aux montants principaux par l'intermédiaire d'une pièce représentée sur la figure 91. Celle-ci, à l'aide d'un étrier d'une part, enserre le montant principal et, d'autre part,

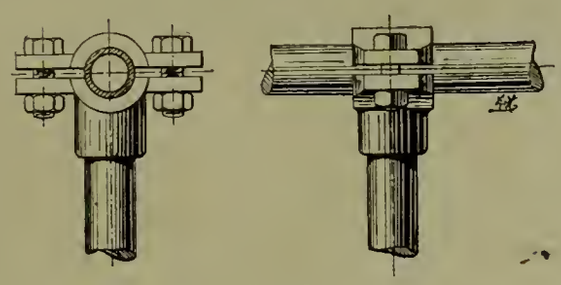


Fig. 95.

sert à la fixation du panneau de marbre ou d'ardoise.

Cette même pièce de raccord est également utilisée pour porter un petit bout de tube à gaz, sur lequel viennent s'attacher les isolateurs-supports en porcelaine, portant les barres omnibus.

La figure 92 représente la pièce utilisée pour la fixation de la partie inférieure des panneaux aux montants principaux du châssis.

Un chapeau (fig. 93), fixé d'une façon rigide, forme la terminaison supérieure des tubes verticaux de 1 1/4".

Dans le cas d'un tableau de distribution se composant de plusieurs panneaux assemblés, la construction se fait comme l'indique la figure 94.

Les panneaux seront fixés deux à deux à un montant, de sorte que dans le cas de N panneaux, il faudra $N+$ un tube. Comme on peut le constater, ces pièces sont identiques à celles des figures 91 et 92, mais elles sont accouplées deux à deux à l'aide de boulons en fer de 3/8" et, par

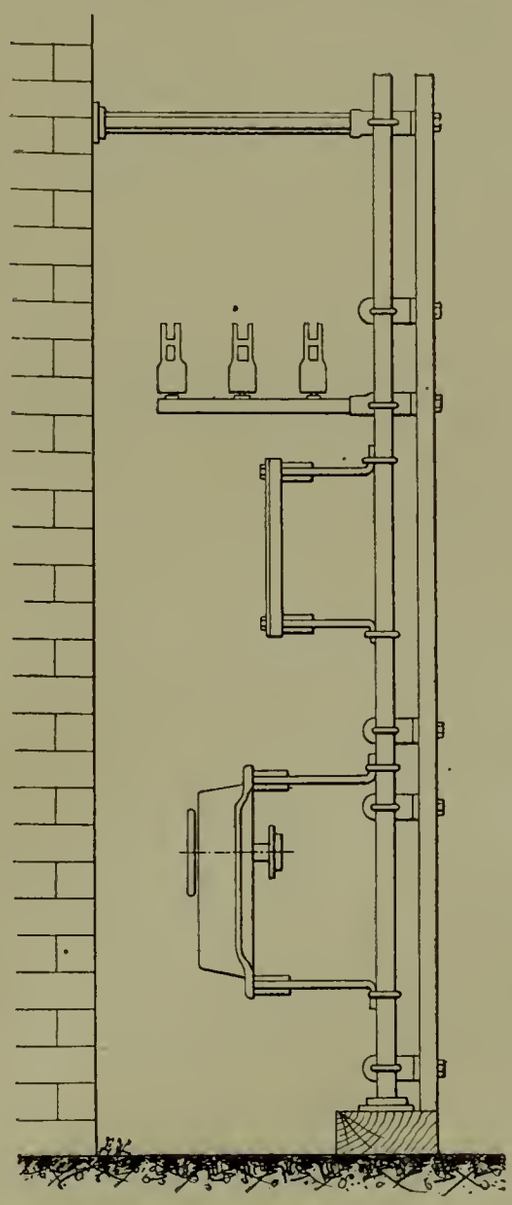


Fig. 96.

ce fait, les étriers en fer se trouvent supprimés.

Lorsqu'il s'agit d'établir des chevalets affectant la forme d'une cage, on utilise des pièces spé-

ciales (fig. 95) qui servent à assembler les tubes et qui viennent se placer aux angles formés par ceux-ci. Les détails de la figure sont suffisamment clairs pour qu'il soit inutile de donner de plus amples détails sur ce mode d'assemblage.

Si on a à installer des interrupteurs à levier placés derrière les panneaux, mais manœuvrables par devant à l'aide d'une manette et d'une tringle de commande, on pourra fixer les plaques d'ardoise de ces interrupteurs aux tubes, à l'aide d'une pièce absolument identique à celle de la figure 92, mais d'un modèle plus réduit. Les isolateurs en porcelaine portant les barres collectrices sont eux-mêmes fixés sur de petites pièces de fer plat qui sont serrées contre les tubes à l'aide d'étriers, comme dans le cas de la figure 91.

Si l'on veut isoler complètement du sol le châssis d'un tableau de distribution, on fera reposer les montants tubulaires principaux sur un madrier. Quant aux tirants tubulaires, ils seront munis à leur extrémité d'un isolateur à côtes, en porcelaine, dans lequel sera scellée la pièce que représente la figure 91.

L'auteur s'est borné à signaler les pièces principales entrant dans la construction des châssis tubulaires. Il existe encore d'autres petites pièces, mais d'un emploi moins courant et se rapportant à des cas spéciaux d'un intérêt secondaire.

La figure 96 représente un chevalet tubulaire complet sur lequel on peut se rendre compte de la disposition adoptée pour la fixation des différents organes d'un tableau de distribution, tels que panneaux de marbre, support de barres collectrices, coupe-circuits, rhéostats, etc.

Les avantages résultant de la fabrication des châssis tubulaires sont les suivants :

1° Réduction notable du poids de fer;

2° Aspect plus agréable à l'œil, construction plus légère et plus gracieuse;

3° Uniformité de la fabrication permettant d'en faire une fabrication en série;

4° Réduction au minimum de la main-d'œuvre pour l'assemblage;

5° Absence complète d'outillage pour le montage d'un chevalet;

6° Nombreuses facilités en cas de modifications ou d'additions à effectuer à un tableau existant et en service.

Congrès international des applications électriques.

(TURIN, 10-17 SEPTEMBRE 1911)

(Suite) (1).

ÉTAT ACTUEL DE LA TECHNIQUE DES ACCUMULATEURS STATIONNAIRES ET TRANSPORTABLES, PAR le Dr H. Beckmann.

Si nous jetons un coup d'œil sur le développement de l'accumulateur depuis ses premiers débuts, nous voyons que, parmi les innombrables propositions des inventeurs et des constructeurs, deux sortes principales d'accumulateurs ont pris forme, différentes dans leur domaine d'emploi et dans leurs exigences de construction. Si l'on fait abstraction de leur valeur matérielle, la question de poids n'a aucune importance pour les accumulateurs stationnaires, tandis que pour les accumulateurs transportables elle a, par contre, une importance presque toujours déterminante. Il en est de même pour l'encombrement, qui joue, dans les accumulateurs stationnaires, un rôle bien moins grand que dans les accumulateurs transportables. Comme des points de vue aussi divers ont conduit naturellement à des formes d'exécution diamétralement opposées, je me permettrai de traiter aussi séparément les deux domaines des accumulateurs stationnaires et transportables conformément au programme tracé pour mon sujet.

Tout d'abord quelques mots sur les types actuels des accumulateurs stationnaires. Avec le temps, le nombre des types marchands s'est réduit de plus en plus, les types peu pratiques et de valeur inférieure ayant disparu d'eux-mêmes. Pour les plaques positives, on a adopté d'une manière presque générale la plaque à grande surface du type Tudor, bien connu; rarement, par

(1) Voir l'*Electricien*, tome XLII, 2e semestre 1911, pages 228, 241, 262, 278, 296, 313, 326, 341, 393, 406 et 421 et n° 1097, 6 janvier, page 8, 7 et 24 février 1912, pages 70 et 116, et 9 mars, page 137.

contre, la plaque à grille à masse rapportée. En Angleterre et en Amérique, quelques maisons fabriquent la plaque, dite à rosettes, dans laquelle la surface nécessaire est formée par de petites rosettes en plomb doux pressées dans une plaque en plomb aigre. Mais, depuis quelques années, ces maisons en sont venues aussi à fabriquer de plus en plus en plus, en dehors du type ancien, le type Tudor. Par une répartition appropriée de la quantité de plomb dont on dispose et par un contrôle soigneux de la fabrication, on est parvenu à assurer de nos jours une bonne durée à la plaque positive. Autrefois, les plaques négatives étaient établies exclusivement comme plaque à grille ouverte, construction maintenue jusqu'ici par quelques maisons, tandis que les sociétés Tudor ont implanté d'une manière générale avec d'excellents résultats la plaque à caisse brevetée. On sait que la plaque à caisse est formée de deux grilles à grandes cases assemblées et remplies d'une masse et fermées vers l'extérieur par une tôle de plomb mince perforée. L'adoption de la plaque à caisse a porté au moins à un multiple la durée des plaques négatives et constitue donc un progrès extraordinaire dans l'industrie des accumulateurs. Je me contenterai encore de mentionner que, depuis quelques années et sur les conseils de Rodman et de Bijour, on est parvenu à fabriquer anssi des plaques négatives pratiques à grande surface, possédant par conséquent, comme les plaques positives, une forte subdivision de la surface et pourvues d'une couche active par un procédé de formation.

En dehors des perfectionnements constants apportés aux plaques elles-mêmes, on a réussi, il y a quelques années, à augmenter notablement l'utilité de l'accumulateur en adoptant pour la séparation des deux sortes de plaques des planchettes en bois préparées au lieu des tubes en verre employés jusqu'alors. D'une part, ces planchettes facilitent grandement la surveillance de l'accumulateur et, d'autre part, elles influent d'une manière particulièrement favorable sur la durée des plaques négatives, attendu que, par l'action chimique, certaines substances qui se dégagent par lessivage des planchettes agissent d'une façon dissolvante et ramollissante sur la structure du plomb spongieux. Les courts-circuits, autrefois si redoutés avec raison, sont empêchés tout à fait par les planchettes aussi longtemps qu'elles conservent leur résistance mécanique et qu'elles recouvrent suffisamment les plaques. La surveillance d'une batterie d'accumulateurs en est par suite très simplifiée. Le fait que, dans des circonstances normales, les courts-circuits sont rendus tout à fait impossibles dans l'élément contribue naturellement aussi à augmenter la durée des plaques, principalement des plaques positives. Pour la découverte rapide et sûre des courts-circuits cachés, j'ai proposé dans le temps l'aiguille aimantée d'une forme spéciale, laquelle est utilisée aussi maintenant comme chercheur de courts-circuits et qui intervient également pour faciliter la surveillance de la batterie.

Par les divers changements apportés à la construction et surtout, — point sur lequel j'insiste de nouveau, — par l'emploi compétent des planchettes en bois, l'accumulateur est devenu dans la technique actuelle un appareil d'une extraordinaire sécurité de service; on peut même prétendre qu'il n'existe guère d'appareil capable de fonctionner avec une sécurité pareille, à tout moment et sans préparation, et capable d'offrir une semblable sûreté en service.

Grâce à ces perfectionnements incessants, le domaine d'emploi de l'accumulateur s'est naturellement étendu aussi d'une manière notable avec le temps; un fait qui a exercé aussi une influence particulière sur son expansion, c'est que les acheteurs en sont venus de plus en plus à passer avec les grandes maisons d'accumulateurs des contrats d'entretien, d'après lesquels le fournisseur s'engage, contre une prime annuelle déterminée, à maintenir constamment la batterie en bon état de marche. Ainsi, le propriétaire de la batterie est à même de compter sur des chiffres précis et fixes pour l'entretien et l'amortissement de sa batterie, circonstance ayant exercé une influence considérable sur la confiance que l'on a dans l'accumulateur.

L'accumulateur stationnaire est l'objet de deux modes d'emploi différents : d'une part, comme batterie de capacité, là où il est destiné à restituer à tout moment et pendant longtemps la charge qui lui a été donnée; d'autre part, comme batterie-tampon, où l'accumulateur sert en première ligne à protéger dans la mesure du possible l'installation productrice de courant contre les variations d'énergie courtes, violentes, provoquées par le réseau de consommation.

Tout d'abord et avant tout, l'accumulateur s'est répandu avec les usines centrales à courant continu, dont l'avantage principal réside dans ceci, qu'elles donnent la possibilité d'emmagasiner de l'énergie dans l'accumulateur sans intermédiaire pour la restituer suivant les besoins. Comme il est possible, par le fait même, de choisir les machines pour la consommation moyenne et de les faire marcher en conséquence, l'accumulateur contribue d'une manière tout à

fait essentielle à améliorer le facteur de charge, dont l'importance a été reconnue de plus en plus clairement dans ces dernières années pour le rendement des usines centrales. Pour donner une idée générale des puissances actuelles des batteries dans certaines usines centrales et dans leurs sous-stations, je dirai seulement qu'à l'usine d'électricité de la ville de Munich sont installées 21 batteries de 21 000 kw-heure au régime de décharge en 3 heures, qu'à l'usine d'électricité de Hambourg existent 22 batteries avec un total de 37 000 kw-heure et que les « Berliner Elektrizitätswerke » travaillent même avec 55 batteries d'une capacité d'environ 81 000 kw-heure. La batterie d'accumulateurs appelée à servir dans ce but n'est pas toujours nécessairement installée dans l'usine centrale elle-même; elle peut être installée aussi bien dans la sous-station que chez le client comme batterie auxiliaire. Dans le cas d'une batterie auxiliaire et, lorsque le tarif est favorable, on arrive à ceci que les accumulateurs sont chargés exclusivement aux heures de faible consommation de courant et pourvoient à l'alimentation de leur réseau secondaire indépendamment du réseau principal aux heures où la demande en lumière est la plus forte. Ils contribuent donc ainsi de la manière la plus désirable à diminuer le maximum journalier à fournir par la station centrale et à augmenter la consommation pendant le reste du temps. Ce genre de batteries permet aussi au consommateur d'y trouver son compte, parce qu'il reçoit ainsi à un prix très bas l'énergie dont il a besoin; dans ce cas, les frais totaux qu'il a à payer pour prendre le courant, y compris l'entretien et les intérêts du capital de la batterie, sont encore beaucoup moindres que s'il prenait le courant directement au tarif normal. M. le Dr Thierbach dit donc avec raison, dans son livre récemment paru sur les usines d'électricité, que ces batteries auxiliaires sont les clients les plus intéressants des stations centrales d'électricité. De plus, ces sortes de clients n'occasionnent d'habitude à l'usine d'électricité aucune espèce de frais d'installation, la batterie étant montée par le consommateur lui-même. C'est surtout dans les grandes villes ou sur les réseaux étendus que ces batteries auxiliaires ont été installées; à Berlin, par exemple, il existe actuellement, raccordées au réseau des « Berliner Elektrizitätswerke », 50 batteries auxiliaires semblables avec 13 000 kw-heure au régime de décharge en 3 heures.

Les accumulateurs ont trouvé un autre grand domaine d'emploi dans l'utilisation des forces hydrauliques pendant la nuit. Je citerai comme exemple typique à ce point de vue, précisément une installation en Italie, dans le voisinage immédiat de Turin. On utilisait depuis longtemps en cet endroit, la puissance hydraulique de la Dora pour les besoins d'une grande filature. Mais lorsque la loi vint à défendre de faire travailler la nuit dans les usines les femmes dont la filature ne pouvait se passer, on en fut réduit à reporter tout le temps de travail sur les heures de jour exclusivement et à doubler la puissance de travail de la filature. Pour pouvoir employer dans ce but l'eau qui coulait la nuit sans être utilisée, on a installé une grande batterie d'accumulateurs que l'on charge pendant la nuit et qui, pendant le jour, vient donner son courant aux nouvelles machines installées, en secondant ainsi la puissance de la chute d'eau. Cette batterie, d'une puissance respectable, comme les batteries analogues installées en Allemagne, travaille depuis environ six ans en donnant toute satisfaction.

Si les batteries ci-dessus servent presque exclusivement à augmenter le caractère économique d'une installation, il existe un autre domaine d'utilisation important de l'accumulateur dans son emploi comme réserve momentanée pour les cas où a lieu une interruption soudaine dans la production ordinaire d'énergie et où, alors, l'accumulateur doit fournir sans arrêt le courant nécessaire, comme pour les théâtres, les hôpitaux, les salles de fêtes, etc. On peut dise sans exagération qu'aucun appareil d'exploitation ne serait à même d'intervenir aussi rapidement et aussi sûrement sans préparation que peut le faire en tout temps la batterie d'accumulateurs chargée. S'il s'agit de pourvoir à un éclairage de secours par des accumulateurs, on peut employer soit des batteries transportables individuelles, soit une batterie stationnaire unique servant de source de courant pour toutes les lampes. Quand on se sert de batteries individuelles transportables, on installe le plus souvent des relais spéciaux à l'aide desquels l'éclairage de secours peut être assuré si la source de courant ordinaire vient à refuser tout service. L'éclairage de secours stationnaire se trouve raccordé presque toujours au réseau, parallèlement à la dynamo, au moyen de conducteurs spéciaux et réglé à la tension de consommation de manière que, pour les cas normaux, la batterie ne participe pas à la fourniture du courant et n'intervienne que si le courant de la dynamo vient à manquer, c'est-à-dire si la tension de réseau baisse un peu.

Les batteries faisant l'office de réserve momentanée pour la fourniture du courant agissent naturellement de même façon; une des plus grandes

batteries du monde entier se trouve aux Laminoirs de Peine (province de Hanovre), qui reçoivent toute leur force motrice de la grande usine centrale de la Ilseder Hütte, sise à quelques kilomètres de là, sous la forme de courant triphasé à haute tension. La batterie sert ici exclusivement de réserve pour le cas où, pendant une charge, le courant triphasé de la ligne à grande distance viendrait à manquer; un arrêt semblable, juste au moment où l'on est occupé à la fusion, pourrait avoir des conséquences incalculables, détruire de grandes valeurs et mettre des vies humaines en danger.

De puissantes batteries servant de réserve d'une manière tout à fait analogue pour arrêts imprévus ont été installées dans ces dernières années aux usines centrales de la Commonwealth Edison Company Américaine et ont pour but de faire face, pendant peu de temps, à la consommation totale du réseau si la demande croît extraordinairement d'une façon imprévue ou si la fourniture du courant de la station productrice vient à s'arrêter tout à coup pour une raison quelconque. A New-York sont installées 44 de ces puissantes batteries de réserve de 32 000 kw-heure en tout. Leur puissance suffit pour maintenir entièrement la consommation de courant pendant environ 20 minutes au moment où la demande est la plus grande, mais elles seraient en état d'alimenter seules le réseau pendant 2 heures au moment de la consommation moyenne. Quand, en mars dernier, un ouragan de neige s'abattit d'une manière inattendue sur New-York et enveloppa rapidement la ville de ténèbres, ce n'est qu'à l'aide de ces batteries de réserve qu'on put faire face aux exigences du service accrues d'une manière tout à fait extraordinaires; les batteries de réserve durent fournir environ 17 000 kw et 25 batteries furent déchargées en peu de temps par suite de cette consommation exceptionnelle.

On pourrait objecter à l'emploi d'aussi grandes batteries de réserve qu'on n'a pas intérêt à maintenir le service pendant 20 minutes seulement à l'aide des batteries en question. Il convient de faire remarquer que ce laps de temps suffit d'habitude pour mettre en marche d'autres machines, qui sont alors chargées de pourvoir à la consommation. Mais, en outre, le consommateur remarque aussi, à la réduction graduelle de la tension, qui a lieu dès que la batterie commence à se décharger, qu'il y a manque de lumière. Le public est alors à même de procéder en toute tranquillité aux mesures nécessaires pour le cas où, après épuisement de la batterie, la lumière viendrait à faire défaut complètement. D'après ce qu'on me dit, on s'est déjà aperçu en Amérique de l'utilité de ces batteries de réserve géantes par ce fait que les demandes en dommages-intérêts intentées autrefois par les théâtres, les grands magasins, les joailliers, etc., pour cause d'extinction de la lumière ont décrû notablement à la suite de l'installation de ces batteries de réserve. Pour les batteries de ce genre, on dépasse d'habitude, d'une manière tout à fait extraordinaire, le courant maximum admissible autrement pour les accumulateurs. On permet de prendre des courants de décharge représentant le triple ou le quadruple du courant de décharge en une heure et qui sont capables d'épuiser la batterie entière en quelques minutes. En présence de ces efforts exagérés, il convient de considérer toutefois que les batteries de réserve ne sont mises à contribution que rarement, d'habitude pas plus de 20 à 30 fois par an. Il s'ensuit que, malgré la forte demande de courant, la durée de ce genre d'éléments est très bonne et, qu'en procédant au calcul du rendement, on peut compter sur une part d'amortissement relativement faible.

L'action des batteries-tampon qui servent, comme on sait, à prévenir les accroissements de charge des génératrices et à compenser les variations de tension dans le réseau, diffère notablement du mode de fonctionnement des batteries dont nous avons parlé jusqu'ici. Ce genre de batteries s'est surtout répandu comme groupe compensateur dans les tramways du monde entier, mais a été adopté aussi pour les ascenseurs, les machines d'extraction, les laminoirs et dans toutes les installations à consommation d'énergie très variable. Les avantages économiques et techniques que comporte dans ce domaine l'emploi des batteries d'accumulateurs sont incontestables et n'ont pas besoin d'être mis spécialement en évidence. L'intervention compensatrice des batteries est encore augmentée depuis peu par divers dispositifs de montage et l'emploi de dynamos-tampon spéciales destinées à rendre aussi parfaite que possible la compensation de la charge et à maintenir la tension de réseau plus régulière encore que ce n'est le cas avec la batterie seule. Je ne signalerai sous ce rapport que les survolteurs automatiques, réversibles, système Pirani, le système Highfield-Lancashire, employé souvent en Angleterre, et le survolteur Entz, adopté en première ligne aux États-Unis. Dans ces derniers temps, Woodbridge, en Amérique, et Schröder, en Allemagne, ont indiqué, spécialement pour la régularisation du courant alternatif, des schémas de montage avec machines

auxiliaires spéciales qui ont donné d'excellents résultats dans la pratique.

Tandis que dans le domaine des tramways, le courant continu de 500 à 600 volts avec batteries-tampon a été adopté presque exclusivement, il n'est choisi presque toujours pour le service des grands chemins de fer électriques que du courant alternatif monophasé. Il est évident que le dispositif est ici plus compliqué et moins économique qu'avec le courant continu, bien que l'emploi de de batteries-tampon y serait aussi tout à fait applicable et donnerait de bons résultats; les variations de courant se produisant sur les grands chemins de fer et qui sont bien plus grandes, toutes proportions gardées, que dans le service des tramways, rendent doublement désirable aussi un groupe compensateur sous forme d'une batterie; c'est surtout le cas pour les lignes de chemin de fer à fortes rampes. La réserve momentanée propre à une batterie d'accumulateurs a une importance qui n'est pas à dédaigner pour le service des grands chemins de fer, surtout si l'énergie, comme c'est le plus souvent le cas, est amenée d'usines centrales très éloignées et que, par suite, le danger d'interruption du courant soit particulièrement grand. On est donc en droit d'espérer que sur les grands chemins de fer à courant alternatif un vaste champ d'emploi est encore réservé aux accumulateurs.

La ligne Seebach-Wettingen (Suisse), à courant monophasé, a été pourvue dans le temps d'accumulateurs, et pour la Wiesenthalbahn (grand-duché de Bade), qui marchera aussi à l'aide du courant monophasé, l'installation d'une batterie-tampon a été décidée Si l'on excepte ces lignes et quelques autres plus anciennes à courant continu, la batterie n'a malheureusement pas encore été employée suffisamment jusqu'ici pour les grandes lignes de chemin de fer, parce que le courant alternatif monophasé, pour lequel on ne s'est pas encore habitué à l'emploi de batteries, était encore regardé il y a peu de temps comme le seul mode d'exploitation possible pour les grands chemins de fer. Il y a lieu de s'attendre toutefois à ce qu'un revirement se produise ici, en partie du moins, parce qu'on sait qu'en Amérique, d'où nous est venu le moteur monophasé, on a adopté depuis peu pour de nombreuses lignes le courant continu à haute tension (1200 à 1500 volts) à la place du courant monophasé. Sur quelques lignes américaines à courant monophasé, on en est venu après coup à modifier le système et à utiliser le courant continu. En ce qui concerne la ligne de Washington, Baltimore et Annapolis, il existe déjà des résultats d'exploitation comparatifs, desquels il ressort que l'emploi du courant continu à la place du courant monophasé a fait descendre la consommation de courant de 5,9 cents à 3,8 cents, en réduisant ainsi à 19 cents (de 23,8 cents par voiture-mille qu'il était autrefois) les frais totaux d'exploitation. L'Administratiun des chemins de fer hongrois est prévenue aussi, semble-t-il, en faveur du courant continu à haute tension, attendu que pour une seule ligne à courant monophasé, elle a équipé trois longues lignes au moyen de courant continu à haute tension ou en a commencé la construction. Comme on a réussi sans de grandes difficultés à installer aussi des batteries-tampon pour de semblables tensions, un domaine d'emploi nouveau et plein de perspective s'ouvre ici aux batteries. Pendant ces dernières années, plusieurs batteries-tampon à haute tension ont été montées sur des lignes de chemin de fer, notamment sur les lignes hongroises déjà mentionnées, en outre en Allemagne, en Suisse ainsi qu'ici même, en Italie, sur de grandes lignes de chemin de fer où deux batteries ont été fournies pour les lignes Brescia-Salo, une batterie pour les « Tramvie elettriche Briantee » à Meda et une batterie pour le chemin de fer Stresa-Mottarone; en outre, une batterie a été commandée pour la ligne Turin-Rivoli. Je suis convaincu que les résultats de ce mode d'exploitation continueront à être satisfaisants comme ils l'ont été jusqu'ici, et que pour beaucoup de lignes, spécialement pour celles situées entre deux villes et pour les métropolitains, le courant continu à haute tension avec batterie-tampon sera reconnu essentiellement supérieur au courant monophasé tant au point de vue économique qu'au point de vue technique.

(*A suivre.*)

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

Surtensions suivies d'un incendie, occasionnées par des oiseaux.

Nous empruntons au Moniteur industriel (*Gewerbeblatt*) du Wurtemberg, le curieux récit suivant :

Dans une commune du Wurtemberg, alimentée en énergie par une grande station intercommunale, a éclaté, à la fin de juillet dernier, un incendie qui a été la conséquence de perturbations survenues dans l'installation de distribution de la localité. C'était un lundi, vers midi. Dans de nombreuses maisons, de fortes étincelles jaillirent sur les canalisations intérieures, accompagnées de bruyants crépitements. Ces étincelles occasionnèrent des commencements d'incendie en divers endroits; mais les habitants parvinrent à se rendre

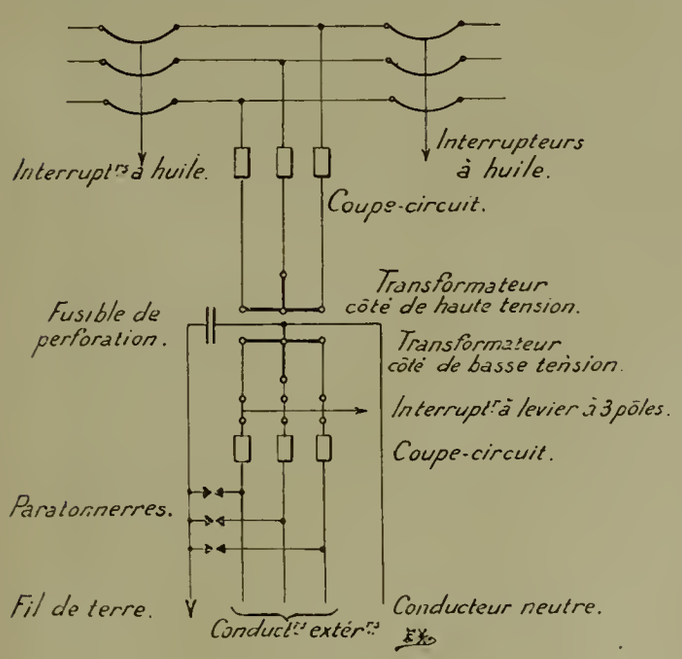


Fig. 97.

maîtres du feu, sauf dans l'immeuble du forgeron du village, lequel fut entièrement détruit. L'enquête permit d'établir les faits ci-après : La commune en question reçoit son énergie électrique d'une grande usine intercommunale, distante d'une quinzaine de kilomètres. Le courant triphasé, amené sous la tension de 10 000 volts dans une sous-station de transformation distante d'environ 200 m de la localité et située dans une prairie, y a sa tension abaissée à 3 × 220 volts entre les conducteurs extérieurs et à 3 × 130 volts entre les conducteurs extérieurs et les conducteurs neutres. La canalisation à haute tension est pourvue, dans l'usine, d'interrupteurs à huile. La figure 97 monte le schéma du montage de la sous-station de transformation. La canalisation à

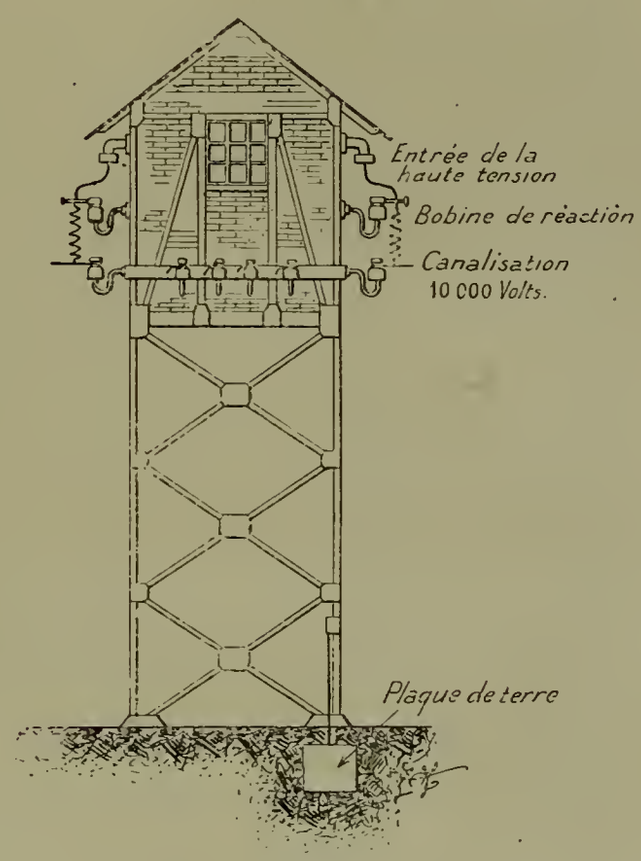


Fig. 98.

haute tension est amenée, d'un côté, dans ce bâtiment; elle y passe par deux interrupteurs à huile et elle sort à l'extrémité opposée. Entre les deux interrupteurs à huile se trouve relié le transformateur, pourvu des coupe-circuits convenables. Les trois conducteurs extérieurs, du côté de basse tension du transformateur, sont amenés en dehors de la sous-station en passant par un disjoncteur à trois pôles et un coupe-circuit également à trois pôles; au point zéro du transformateur est relié le fil neutre; ce dernier ne porte ni point d'interruption, ni fusible et il se rend directement de la sous-station jusque dans la localité. La sous-station (fig. 98) a sa carcasse faite en fers cornières; cette carcasse était mise à la terre, jusqu'au jour de l'accident, par une plaque en tôle galvanisée d'environ 1 m² enfoncée de 80 cm environ dans le sol de la prairie. La plaque de terre de la sous-station ne se trouve pas en communi-

cation métallique directe avec les conducteurs extérieurs à basse tension ni avec le conducteur neutre du réseau local; entre les conducteurs extérieurs et la terre sont montés des paratonnerres (cylindres métalliques séparés par une lame d'air) et entre le conducteur neutre et la terre est disposé un coupe-circuit de perforation. Ce dernier a pour objet de rendre inoffensives toutes surtensions dangereuses qui peuvent passer du côté de haute tension du transformateur sur le côté de basse tension. Le coupe-circuit dont il s'agit se compose essentiellement de deux plaques métalliques isolées l'une de l'autre par une plaque en mica perforée.

Une des plaques métalliques est reliée au conducteur neutre, l'autre au fil de terre. La tension normale entre les deux pièces métalliques que sépare la plaque en mica est trop faible pour qu'un courant ordinaire puisse franchir cette plaque en mica; mais aussitôt que la différence de tension entre le conducteur neutre et la terre atteint environ 500 volts, le courant passe au travers des perforations de la plaque de mica et y forme des perles métalliques fondues, ce qui établit un passage entre le fil neutre et la terre, c'est-à-dire une dérivation directe à la terre. Le courant passant par cette dérivation à la terre est, dans les conditions normales, si intense que les interrupteurs automatiques à huile ou les coupe-circuit fonctionnent sur le côté de haute tension et, en supprimant la tension sur tout le réseau, rendent ce dernier inoffensif. Quant aux fils à haute tension, ils sont fixés, dans la sous-station, sur des isolateurs en porcelaine bleue vernissée. Les isolateurs à haute tension, de leur côté, ont des supports en fer qui sont fixés dans la carcasse métallique de la sous-station et qui, par suite, donnent une bonne connexion électrique avec cette dernière. Après avoir franchi l'isolateur d'attache, la canalisation à haute tension monte verticalement jusqu'à un deuxième isolateur et, à partir de ce dernier, elle pénètre à l'intérieur de la sous-station (fig. 98). Jusqu'au jour de l'accident se trouvaient, montées entre les deux isolateurs, des bobines dites de réaction, c'est-à-dire des spirales en fils de cuivre, destinées à livrer passage à la foudre. Ces bobines de réaction ont été, depuis le jour de l'accident ci-dessus, remplacées par des fils droits. Voici maintenant la cause de l'accident en question : Un épervier chassa une bande de sansonnets vers la sous-station. Dans leur effroi, les oiseaux poursuivis se réfugièrent entre les bobines de réaction et les appuis des isolateurs à haute tension, et ils établirent ainsi un contact entre la canalisation à haute tension et l'appui de l'isolateur fixé dans la carcasse métallique de la sous-statton. Par suite de ce contact, toute la carcasse fut immédiatement portée à une tension de 10 000 volts.

Si la plaque de terre avait alors rempli son office, une égalisation de tension aurait dû se produire immédiatement et le courant intense d'égalisation aurait fait entrer en activité les interrupteurs à haute tension de la station centrale. Malheureusement, la plaque de terre, en raison de la sécheresse persistante, ne baignait plus dans l'eau; elle se trouvait dans un sol absolument desséché qui agissait, en regard de l'eau souterraine, comme un isolateur. Dès lors, le fil neutre qui pénètre dans la localité et qui, en beaucoup de maisons, se trouve à proximité des murs toujours un peu humides des étables, permit l'égalisation de la haute tension; le coupe-circuit de surtension de la sous-station, dont une des plaques métalliques établit la communication électrique avec la carcasse du bâtiment, se perfora; le fil neutre reçut la haute tension et se déchargea, de son côté, sur les points des installations domestiques intérieures qui offraient la meilleure voie vers l'eau souterraine. Le courant de compensation ainsi provoqué devint si intense que, dans la sous-station de transformation, entre la canalisation à haute tension et l'appui de l'isolateur, il se produisit un arc électrique énergique qui fit entrer en fusion l'extrémité de cet appui. Enfin, le courant d'égalisation fit fonctionner les interrupteurs de l'usine et supprima la tension sur la ligne. Des personnes travaillant dans les champs voisins remarquèrent les phénomènes lumineux qui se manifestaient sur le bâtiment de la sous-station et accoururent. Elles trouvèrent, au pied du bâtiment, de nombreux sansonnets carbonisés, ainsi que des débris des bobines de réaction et des isolateurs détruits. L'épervier lui-même, cause de tout le mal, gisait inanimé sur le gazon, les ailes et les serres brûlées. Quelques-uns des habitants du village reçurent bien de violentes secousses électriques, en jetant de l'eau sur les fils placés dans leurs habitations pour éteindre le feu, pourtant aucun ne fut gravement atteint. Le seul accident important consista dans la destruction de la maison du forgeron du pays. De ce qui précède se dégage un enseignement, à savoir qu'il faut apporter la plus grande attention à la connexion, avec les eaux souterraines, des carcasses en fer logeant les sous-stations de transformation. L'on ne devrait pas se contenter d'une seule plaque de terre, mais en installer plusieurs et les contrôler avec soin, particulièrement par les périodes de sécheresse. Comme le fil neutre peut conduire la haute tension sur le réseau à basse tension, il convient de protéger ce dernier non seulement à proximité des transformateurs, mais encore en tout point où le sol reste humide, par des coupe-circuit convenables. Quant à la mise directe à la terre du fil neutre, ce qui constituerait le meilleur moyen de protection, l'on ne peut l'employer que très rarement, eu égard aux risques de perturbations téléphoniques. — G.

DIVERS

La gale du nickel.

Le *Mechaniker* signale une affection cutanée frappant les ouvriers que leur profession amène à manier constamment des objets en nickel ou nickelés. Cette affection, appelée gale du nickel, se manifeste par des dartres, accompagnées de démangeaisons et de brûlures qui se forment sur les mains et les bras et parfois même s'étendent à la poitrine et au visage. Nombre de médecins attribuent l'affection en question à l'effet des acides et caustiques contenus dans les bains galvaniques; d'autres, à l'action des sels de nickel avec lesquels le patient se trouve constamment en contact. Un fait certain, c'est que, dans les établissements de galvanoplastie, les dartres précitées disparaissent d'elles-mêmes chez les ouvriers atteints que l'on emploie d'une façon exclusive, à partir de ce moment, à la conduite des bains de cuivre, de bronze, etc. Comme moyen curatif et préventif de la gale du nickel, on recommande, entre autres, les précautions suivantes : installation de lavabos dans les fabriques, avec fourniture de savon et de serviettes aux intéressés; emploi de vêtements de travail pouvant être, chaque semaine, passés à la lessive; interdiction d'absorber des aliments dans la salle de travail et de séjourner dans cette salle durant les moments de repos; instruction donnée au personnel sur les risques que comporte la manipulation des substances nécessaires pour le nickelage et sur la nécessité de se laver fréquemment les mains. Cette dernière mesure est incontestablement la plus efficace pour faire éviter les atteintes de la nouvelle maladie professionnelle précitée. — G.

ÉCLAIRAGE

L'éclairage électrique des trains sur la ligne du Great Western Railway.

M. Roger T. Smith a présenté, le 28 novembre dernier, à l'Institution des ingénieurs civils de Londres, un travail dans lequel il étudie en détail la méthode adoptée sur le Great Western Railway pour éclairer les trains, méthode qui comprend l'installation de dynamos actionnées par l'essieu et de batteries commandées par un régulateur automatique. Les lampes du train sont alimentées au moyen de ces installations et les canalisations dans les voitures sont reliées entre wagons par des connexions d'accouplement. M. Smith montre que la première condition d'un système d'éclairage de train doit être de pouvoir distribuer cet éclairage dans tout le matériel roulant d'une manière simple, suffisante et pratique. Des expériences et des mesures photométriques ont conduit à admettre une intensité lumineuse horizontale de 2 pied-bougies en 3e classe et de 2,5 pied-bougies en 1re classe. La lueur crue et la sensation d'éblouissement peuvent être diminuées ou même complètement évitées en plaçant la lampe en dehors du rayon visuel et en munissant la lampe d'un écran blanc ou bien en réduisant la luminosité de la lampe en l'enfermant dans un globe diffuseur ou un globe holophane, ce dernier ayant l'avantage d'améliorer la distribution lumineuse. Le rendement le plus économique des lampes à tungstène pour éclairage de trains est de 1,3 watt par bougie et on a constaté qu'avec les lampes à tungstène, avec une durée utile de 850 heures, on ne les change dans les voitures qu'une fois par an si la tension est réglée dans les limites de ± 2,5 0/0.

Le système d'entraînement par l'essieu rend nécessaire l'emploi d'accumulateurs de manière que l'éclairage ne soit pas interrompu dans les arrêts. Cette batterie est donc un élément essentiel de l'installation et la dynamo constitue un dispositif destiné à rendre la production de la batterie continue pendant les heures d'éclairage. M. Smith étudie seulement le type d'élément au plomb.

Les deux méthodes extrêmes de charge pour ces éléments comprend la charge à tension constante et la charge à intensité constante; mais une méthode qui réunit les avantages de ces deux extrêmes et qui évite leurs inconvénients consiste à placer complètement la charge sous le contrôle d'un régulateur automatique. Ce dispositif consiste donc à démarrer avec une lourde charge et à la réduire graduellement jusqu'à l'arrêt. Ce réglage automatique est nécessaire pour assurer une longue durée à l'élément au plomb et il est essentiel de réduire la surveillance et l'entretien au minimum. Dans ces conditions, 10 0/0 par an du prix initial sera suffisant pour entretenir et renouveler les plaques et les bacs. Quant à la dynamo, dans l'éclairage des trains, elle est d'un intérêt secondaire, d'après l'avis de M. Smith, si on la compare à la batterie, la condition essentielle est de garder la tension constante à toutes les vitesses. La suspension et l'entraînement de la dynamo, la réduction des pertes d'entraînement sont autant de points à examiner. Puis, après avoir défini les conditions d'un régulateur idéal, M. Smith fait remarquer que pour réduire le prix initial d'une installation d'éclairage de trains, il est de première importance de réduire le nombre des éléments d'accumulateurs au minimum pratique; le nombre des dynamos et des régulateurs doit être réduit dans les mêmes proportions. Sur le Great Western, les voitures à frein sont seules munies d'un groupe dynamo-batterie; on obtient ainsi une méthode bien moins coûteuse et beaucoup plus simple d'éclairage que si on devait compter un équipement par voiture éclairée. Les manœuvres d'accouplement et de connexion en

sont également simplifiées, car tous les trains comportent au moins une voiture à frein de commande. En supposant que tout le matériel roulant pour voyageurs du Great Western soit pourvu de l'éclairage électrique, le pourcentage des voitures à frein serait de 27, celui des voitures en dépendant serait de 40, et les voitures à éclairage indépendant serait de 33 pour les grandes lignes, tandis que pour les trains locaux ou de banlieue le pourcentage des voitures à frein est de 39 et celui des voitures en dépendant est de 61. Si le rapport des voitures à frein à celles qui en dépendent est de 1 à 3 et s'il n'y a pas de voiture à éclairage indépendant, le prix initial de l'équipement d'un matériel roulant de plusieurs milliers de voitures sera réduit de 35 o/o environ comparé à l'installation de voitures à éclairage indépendant et les prix de fonctionnement seront diminués de 40 o/o.

Pendant deux ans un train d'expérience de six voitures éclairées d'après cette méthode a fonctionné presque continuellement, dans des conditions très variées et a donné les meilleurs résultats. Ce train comportait deux voitures à frein pourvues de dynamos de 45 ampères, de régulateurs et de batteries de 180 ampères, de trois voitures en dépendant et d'une voiture à éclairage indépendant. Tous les équipements étaient montés en parallèle reliés le long du train par des câbles de jonction. Le même système a été appliqué à deux trains des lignes des Galles du Sud et à deux nouveaux trains destinés au service de la compagnie Cunard, circulant entre Paddington et Fishguard, puis enfin à des trains de Birmingham. M. Smith donne le prix total annuel de l'éclairage d'un train de 6 voitures; il s'élève à 126 livres (3150 fr); quant aux frais d'installation, ils ont été de 761 livres (19 025 fr). Quant à la question de sécurité, M. Smith affirme qu'elle est complète; s'il se forme quelquefois des arcs, ces arcs ne subsistent pas et surtout, si l'on emploie des fusibles convenablement placées, l'immunité des circuits est assurée. — A. H. B.

ÉLECTROMÉTALLURGIE

Fonte et réduction électrique des minerais d'étain et de fer en Angleterre.

Nous empruntons à l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* l'analyse suivante d'un rapport de M. J. Härden concernant des essais de fonte et de réduction électrique des minerais d'étain et de fer qui ont été tentés en Angleterre :

Le rapport en question rend compte d'une série d'expériences réalisées par la Compagnie anglaise « National Smelting ». Comme on le sait, fait remarquer M. Härden, les pertes dues à l'évaporation, quand on traite l'étain dans le four à flamme, sont de 8 à 9 o/o et la formation d'impuretés est inévitable, par suite des arrêts dans le fonctionnement qui doivent nécessairement se produire. Le four électrique permet d'éviter ces inconvénients : un four de l'espèce, construit pour donner un rendement de 2 tonnes d'étain par jour en consommant 200 kw, a été essayé pendant plusieurs mois. Dans le four en question, le charbon consommé ne représente que 14 o/o de la charge contre 22-25 o/o dans le four à flamme et les pertes dues à la vaporisation n'y sont que de 0,1 o/o. La scorie ne renferme que 9 o/o d'étain et elle peut être traitée de nouveau dans un second four, en sorte que le résidu ne contient plus que 1,5 à 2 o/o d'étain. En outre, les frais d'entretien sont moins élevés que ceux du four à flamme. L'étain produit présente un degré de pureté de 99,5 o/o ; la consommation d'énergie est de 2000 kw-heure par tonne et peut même être abaissée à 1500 kw-heure. Au prix de 3 centimes le kilowatt-heure, le courant nécessaire par tonne d'étain revient à 45 fr. De plus, la main-d'œuvre est moins onéreuse que dans les systèmes ordinaires, car trois hommes suffisent pour assurer la manœuvre d'un four électrique de 10 tonnes.

Une autre série d'expériences a porté sur la fonte d'alliages de fer et notamment du fer au tungstène. Le produit contient 50 à 85 o/o de tungstène et seulement 0,25 o/o de carbone, avec des traces de soufre et de phosphore. Ces dernières expériences ont eu lieu avec un four de la Compagnie Gröndal-Kjellin. Les essais effectués, quand on ajoutait de la poudre d'aluminium comme agent réducteur, ont fait constater une consommation d'énergie de seulement 4000 kw-heure par tonne de métal, ce qui permet l'exploitation industrielle de ce dernier procédé. — G.

ÉLECTROTHERMIE

Machine à flamber électrique.

Dans un rapport présenté par M. Bindschedler à la Société industrielle de Mulhouse pour l'attribution d'un prix à l'inventeur d'une machine à flamber, le rapporteur a fait connaître les résultats obtenus comparativement avec des essais effectués avec une machine à flamber au gaz.

Les essais faits avec les deux machines portaient sur des filés de même numéro, qualité et provenance. C'étaient des fils retors jumel peigné n° 70, 2 brins avec 1425 tours de torsion au mètre et provenant d'un même lot.

Machine à flamber électrique.

Vitesse du fil par minute, environ 300 m.

Production pratique en 10 heures de travail avec une machine à 20 tambours, conduite par une ouvrière, en n° 70, 2 brins, 30 kg.

Dépense de courant par jour-machine, 40 kw à 0,075 fr; salaire de l'ouvrière, 3 fr.

Soit au total : $\frac{6}{30} = 0{,}20$ fr par kg.

Remplacement des plaques en platine à raison de 100 fr par an. . . . . 0,0112 fr.
Entretien, graissage, etc. 0,0262
0,0374 fr.

Soit au total : 0,20 + 0,037 = 0,237 fr par kg.

Machine à flamber au gaz.

Vitesse du fil par minute, environ 93 m.

Production pratique en 10 heures de travail avec une machine à 20 becs, conduite par une ouvrière, en n° 70, 2 brins, 12 kg.

Dépense par machine et par jour pour consommation de gaz, 6 m³ à 0,159. 0,954 fr.
Salaire. 3
Soit par jour et par machine. . . . . 3,954 fr.

$$\frac{3{,}954 \text{ fr}}{12 \text{ kg}} = 0{,}329 \text{ fr par kg.}$$

Entretien et graissage : 0,020 + 0,329 = 0,349.

Soit une différence en moins, pour le flambage électrique, de 0,112 fr.

Malgré la grande différence de vitesse avec laquelle les filés passent par l'organe flambeur dans les deux genres de machines, le résultat obtenu avec la machine électrique est sensiblement meilleur; le fil flambé électriquement est moins duveteux, plus rond et se présente en général beaucoup mieux. La couleur du fil flambé est sensiblement la même dans les deux cas, mais elle paraît plutôt plus régulière pour le fil de la machine électrique.

L'intensité du flambage électrique peut être réglée très facilement par le changement de vitesse du fil et l'intensité du courant employé.

Au point de vue hygiénique, le métier à flamber électrique présente certainement un avantage marqué sur l'ancienne machine au gaz. D'abord, l'air n'est pas vicié par les produits toxiques de combustion se dégageant de la flamme du gaz; les brûleurs électriques, constitués par des plaques de platine chauffées au rouge par le passage du courant, sont enfermées dans un tube mis en communication directe avec une aspiration énergique qui enlève et expulse au dehors toutes les poussières provenant de la combustion des fibrilles ainsi que l'air chauffé.

Par suite de cette aspiration rationnelle, le dégagement de chaleur des brûleurs ne se fait pas sentir, l'air ambiant ne se charge pas de poussières et les conditions hygiéniques de la salle de travail ne laissent rien à désirer. — K.

FORCE MOTRICE

Production d'énergie électrique obtenue par l'incinération des ordures ménagères

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* reproduit les intéressantes données ci-après, fournies par M. le professeur Deguisme de Francfort-sur-Main, sur les installations génératrices d'énergie électrique qui se livrent à l'incinération des ordures :

1 kg d'ordures ménagères développe de 1500 à 2500 calories, soit 1/5 à 1/3 des calories tirées de 1 kg de houille ou de coke. Quand il s'agit d'ordures donnant moins de 1000 calories par kg — ce sont les ordures laissant une grande quantité de cendres et de scories — on doit leur ajouter du charbon. Le rendement est d'autant meilleur que la température est plus élevée. Dans les fours les plus modernes, la température dépasse 1000° C. Il convient avant tout de déterminer si les quantités d'ordures disponibles dans un centre de population sont assez importantes pour justifier l'aménagement d'une usine d'incinération. La statistique nous apprend que, dans les villes de plus de 10 000 jusqu'à 20 000 âmes, on dispose de 1/2 kg d'ordures par jour et par habitant. Chaque kg d'ordures produit environ 1 kg de vapeur et, d'autre part, 20 kg de vapeur sont nécessaires pour générer 1 kw-heure; ainsi donc on peut compter, pour chaque habitant, sur une production d'environ 9 kw-heure par an. C'est ainsi que l'incinération d'ordures à Francfort-sur-Main (400 000 âmes) donne plus de 2 millions de kw-heure par an. D'après une statistique dressée par M. Dettmar, secrétaire général de l'Union des électrotechniciens allemands, en Allemagne les villes de plus de 20 000 âmes peuvent produire au moins 30 000 kw en incinérant les ordures ménagères, plus 10 000 kw en traitant également les ordures des rues et les boues des installations de clarification.

L'usine de Francfort renferme actuellement six batteries de fours, chacune de 4 éléments, soit 24 éléments au total, plus six chaudières à vapeur et deux turbodynamos, chacune de 360 kw cette usine doit être agrandie de manière à disposer prochainement de huit batteries de fours, huit chaudières et trois turbodynamos. Chaque batterie brûle par 24 heures 30 à 35 t d'ordures, et chaque tonne donne de 800 à 1000 kg de vapeur, avec environ 65 kw-heure. La production totale annuelle se chiffre par à peu près 3 millions de kw-heure. L'usine consomme, pour ses propres besoins, environ 2 200 000 kw-heure, et le reste, soit environ 750 000 kw-heure, est conduit au réseau électrique urbain. En outre, on trouve à employer avantageusement les scories. Une autre usine du même genre va probablement être bientôt édifiée dans la partie Est de Francfort-sur-Main. — G.

MATIÈRES PREMIÈRES

Essai des substances isolantes.

A la séance du 8 février dernier de l'Institution anglaise des ingénieurs électriciens, M. E. Rayner, à Londres, a présenté un travail sur les essais à

haute tension et les pertes d'énergie dans les substances isolantes. Il y a quelque sept ans, le même conférencier avait publié un rapport sur des expériences effectuées au laboratoire national de physique et dans lequel il décrivait les résultats obtenus dans des recherches antérieures sur les substances isolantes et où il parlait des températures atteintes par les bobines d'inducteur des dynamos et des moteurs, ainsi que d'autres expériences réalisées sur des transformateurs.

Dans son étude actuelle, M. Rayner détaille des essais qu'il a faits pendant ces trois dernières années sur quelques substances isolantes employées ordinairement dans la construction des appareils électriques à haute tension. Cette étude a été faite à l'instigation du Comité technique des Etalons. Le point spécial que l'on demandait particulièrement d'étudier était de savoir si la détérioration des substances isolantes était plus facilement provoquée par une courte application d'une tension élevée ou par une longue application d'une tension moins élevée. Les substances communément employées pour l'isolement à haute tension sont composées de revêtement et de papiers vernis et huilés ou de préparations au mica. On a beaucoup parlé du mica, mais on a accordé plus d'attention aux effets physiques exercés par des décharges électrostatiques sur des substances organiques plus complexes et principalement sur les revêtements et papiers vernis et huilés. Diverses qualités de ces substances furent mises à la disposition du laboratoire par la Compagnie anglaise Westinghouse, la Compagnie Micanite et Isolateurs et par MM. Meirowsky, de Cologne.

Les expériences décrites dans ce travail démontrent que des recherches de cette nature ont le grand désavantage de dépendre très largement des conditions physiques telles que température et humidité possédées par ces substances. Ces influences extérieures importantes et, par suite, les grandes différences obtenues dans des expériences analogues dissimulent les effets que donne la courte application, par exemple, d'une tension élevée. Le principal but a été d'essayer de découvrir les effets sur la rigidité électrique de ces substances, l'application pendant un certain temps d'une tension égale à peu près à 30 0/0 et jusqu'à 90 0/0 de celle qui produit une rupture en quelques secondes.

La seconde partie du travail de M. Rayner est consacrée aux résultats obtenus dans les mesures de l'énergie absorbée quand les substances isolantes sont soumises à des efforts alternatifs M. Rayner, alors, pose les conclusions suivantes : les résultats obtenus sur des substances huilées montrent que, quand elles sont soumises à des tensions suffisamment élevées pour traverser l'air environnant, il se produit une rapide diminution de leur rigidité électrique, ce qui doit être principalement attribué à la détérioration produite par la décharge disruptive. Cette action est maximum lorsqu'il y a peu d'épaisseur de substance soumise à l'essai et les surfaces en contact avec les électrodes métalliques souffrent le plus. Cet effet augmente avec la durée et comme une diminution comparativement faible de la tension correspond à une grande augmentation de durée, l'effet d'une longue application est très généralement plus pernicieuse qu'une courte application d'une tension plus élevée. Si les essais portent sur de faibles épaisseurs de substances huilées placées entre des plaques métalliques, l'effet de décharge sur la tranche est réduit par des bagues de mica. Un accroissement en humidité, en température, provoque une augmentation dans la détérioration, même si la substance isolante est protégée par des feuilles de mica qui seules sont suffisantes pour supporter la tension; la destruction par échauffement et brûlure peut survenir et le mica ne possède que comparativement peu d'effet sur la production de chaleur. Les résultats des expériences réalisées sur des tubes épais en papier verni donne des courbes à peu près semblables. Les études et les recherches sur cette question sont relativement rares en Angleterre et ne sont pas proportionnées à l'immense production et emploi des câbles souterrains. — A.-H.-B.

PILES

Emploi des piles primaires dans l'Administration allemande des télégraphes.

M. Dietzel a récemment publié, dans l'*Archiv für Post und Telegraphie*, une étude sur l'emploi actuel des piles par l'Administration allemande des télégraphes. Il ressort de cette étude que l'on n'utilise presque plus aujourd'hui les piles, en raison de l'usage toujours plus étendu des batteries d'accumulateurs, que dans les petits bureaux télégraphiques et téléphoniques, ainsi que pour l'actionnement des microphones dans les postes des abonnés au téléphone. De tous les éléments hydro-électriques, on ne se sert plus aujourd'hui que de celui au cuivre qui constitue la source d'énergie la plus avantageuse pour le service à courant permanent. Aux éléments à charbon (Leclanché), on a partout substitué des éléments à liquide immobilisés. Fin décembre 1910, on rencontrait 1 453 600 de ces derniers, dont 1 206 900 chez les abonnés au téléphone. Les éléments en question sont remplacés au bout de 2 ans et demi à 3 ans de service. On a encore augmenté leur durée, en montant non plus en série, mais en parallèle, ceux qui actionnent les microphones. L'Administration allemande réclame, des éléments à liquide immobilisé, les qualités suivantes : la f. é. m., sur les éléments neufs, ne doit pas être inférieure à 1,5 volt et la résistance intérieure ne

doit pas être supérieure à 0,1 ohm. La tension aux bornes, lors de la fermeture du circuit sur une résistance de 10 ohms, doit présenter une valeur d'au moins 1,45 volt et conserver cette valeur durant une minute Ils doivent pouvoir se régénérer. Leur enveloppe extérieure doit rendre impossible le passage d'humidité ou de sels venant de l'extérieur. Un élément est considéré comme épuisé quand, étant demeuré fermé durant deux minutes sur une résistance de 10 ohms, il présente une tension aux bornes de moins de 0,7 volt. — G.

TRACTION

La traction électrique à Berlin.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* enregistre les particularités ci-après sur le service de traction électrique dont on doit doter le chemin de fer métropolitain et circulaire de Berlin :

En outre des deux locomotives électriques destinées à remorquer ou à pousser les trains, on disposera au milieu de chaque train deux voitures automotrices semblables à celles du chemin de fer aérien et souterrain et ayant chacune une cabine réservée au conducteur à l'une des parois frontales. Cet aménagement permettra de partager, au besoin et particulièrement aux heures de trafic peu intense, les trains ordinaires composés de 10 à 12 voitures en des demi-trains qui pourront être rapidement mis en marche, à la condition seulement que le conducteur change le poste où il se tient entre la locomotive et la voiture automotrice. Si cette dernière se trouve en tête du train réduit, le conducteur manœuvrera la locomotive qui, dans ce cas, pousse le train, à partir de la voiture automotrice. Les wagons doivent recevoir l'éclairage et le chauffage électrique. Grâce à la circulation plus rapide, on espère pouvoir mettre en marche jusqu'à 30 trains par heure. Actuellement 20 trains circulent à l'heure sur le chemin de fer métropolitain, et le trajet entre Charlottenburg et Stralau-Rummelsburg s'accomplit en 37 minutes : ce trajet, avec le nouveau régime, ne durera plus qu'environ 30 minutes. On songe à électrifier toute la ligne depuis Spandau jusqu'à Fürstenwald, étant donné que l'on trouvera peut-être opportun, plus tard, de faire remorquer sur les voies métropolitaines, par des locomotives électriques, même les trains de grandes lignes. Rien n'est encore décidé quant à la question de l'alimentation en courant. — G.

RADIOTÉLÉGRAPHIE

Orientation des aéronats au moyen de la radiotélégraphie.

La *Deutsche Verkehrs-Zeitung* donne les intéressants détails ci-après sur les essais d'orientation au moyen de la radiotélégraphie effectués au cours de l'automne de 1911 par un aéronat, du système Zeppelin, qui a reçu l'appellation *Schwaben*. Les postes transmetteurs étaient les stations radiotélégraphiques militaires de Karlsruhe (Bade) et de Metz. Le *Schwaben* portait un dispositif récepteur d'un poids de 3,85 kg seulement. Il avait, comme antenne, un câble en cuivre de 3 mm de diamètre et de 45 m de longueur qui, au cours des essais, était déroulé au-dessous de la nacelle et maintenu tendu par un poids de 1,4 kg fixé à son extrémité intérieure. Metz transmettait avec l'onde de 1500 m, Karlsruhe avec les ondes de 1200 et 1800 m alternativement. On calculait les distances séparant l'aéronat des deux stations terrestres en comparant la sonorité des signaux d'arrivée : les mesures pouvaient s'opérer avec assez de précision, car la nacelle du *Schwaben*, même pendant la marche, est presque silencieuse. Malgré le caractère encore assez grossier des appareils utilisés, on est parvenu à déterminer la position exacte de l'aéronat, à un moment quelconque à 14 km près. Les expériences ci-dessus laissent espérer que, en employant des appareils plus perfectionnés qui sont actuellement en construction, l'on pourra déterminer les distances avec une approximation de 5 km. Comme on le voit, on n'est pas loin, aujourd'hui, de la solution définitive d'un problème de la navigation aérienne qui, il y a un an, semblait encore offrir des difficultés insurmontables. En effet, l'aéronat perdu dans le brouillard pourra désormais, s'il possède une station radiotélégraphique à son bord, se diriger presque exactement sur le point où il doit atterrir. — G.

USINES GÉNÉRATRICES

Station d'énergie et de chauffage de l'Université Mac Gill.

Le 30 janvier dernier, M. R. Durley donna à l'Institution des ingénieurs civils de Londres un compte-rendu détaillé de l'installation de la station d'énergie et de chauffage à l'Université Mac Gill de Montréal. Il décrit le matériel et le dispositif adopté pour le chauffage combiné avec une station d'éclairage et de force motrice électriques destinée à desservir tous les divers bâtiments de l'Université. Bien que de puissance moyenne, cette installation est intéressante à signaler à cause des conditions climatériques exceptionnelles et de la nature peu ordinaire du service. M. Durley montre les possibilités économiques d'une station de ce genre qui dépendent très largement de la relation existant entre les demandes de calorique et celles de courant électrique.

Les bâtiments étaient chauffés séparément depuis 1908 par de la vapeur et de l'eau chaude

et on achetait le courant électrique à une compagnie locale. Le charbon employé au service du chauffage était nécessairement dispendieux et le prix du courant très élevé. C'est pourquoi on réalisa progrès et économie en installant une station centrale et en chauffant les différents bâtiments au moyen de la vapeur servant aux groupes électrogènes. Ceux-ci sont au nombre de 3 d'une puissance totale de 475 kw qui distribuent l'éclairage et la force motrice dans les nombreux bâtiments de l'Université qui sont en même temps chauffés pendant les rudes hivers du Canada par de multiples radiateurs à vapeur provenant de la station. — A. H. B.

Bibliographie

Les lampes électriques à arc, à incandescence et à luminescence. *Applications à l'éclairage industriel, essai et étalonnement, montage, consommation spécifique, emplois spéciaux,* par J. Escard, ingénieur civil. Un volume, format 24/16 cm de XVIII-426 pages, avec 307 figures. Prix broché : 15 francs. (H. Dunod et E. Pinat, éditeurs.)

Les nombreux sous titres de cet ouvrage montrent que l'auteur n'a pas voulu se contenter de donner des descriptions, même très complètes, des diverses lampes électriques modernes.

Son but a été de faire connaître aux industriels les meilleures conditions de fonctionnement, d'emploi et de rendement des sources de lumière électrique actuellement les plus en faveur.

Déjà, M. Escard s'était occupé de la question dans un opuscule intitulé : *le Problème de l'éclairage à l'usine et à l'atelier*, édité il y a quelques années. A cette époque, les lampes à arc à charbons minéralisés n'étaient pas encore dans le domaine industriel, les lampes à filament métallique étaient à peine soupçonnées et l'éclairage par luminescence totalement inconnu.

C'est pourquoi l'auteur, désirant mettre son premier travail au courant des progrès, s'est trouvé conduit à le refaire entièrement, ce dont on doit lui savoir gré, car la littérature électrotechnique se trouve ainsi enrichie d'un excellent volume.

Comme il faut avant tout s'entendre, c'est par un chapitre sur les étalons de lumière, les définitions des grandeurs photométriques, et les mesures pratiques d'intensité et de rendement, que débute ce livre. Les matières traitées sont ensuite abordées dans l'ordre suivant : types de lampes à arc, électrodes et propriétés des différents arcs suivant la nature de celles-ci, modèles des lampes les plus en usage en France, lampes à incandescence à filaments en charbon, lampes Nernst et lampes à filaments métalliques, lampes à vapeur de mercure, lampes à gaz raréfiés ou luminescents, tubes Moore, emploi des gaz rares tels que le néon.

En décrivant les propriétés de chacun de ces modes d'éclairage, l'auteur ne perd pas de vue que son but est de guider les industriels dans leur choix. « On n'éclaire pas de la même façon une usine de métallurgie et une fabrique de papier, un théâtre et un magasin d'habillement, un atelier de dessin et une salle de machines. »

Les discussions et les conseils judicieux abondent et seront très appréciés. L'auteur conclut que d'une manière générale, on doit rechercher un éclairage bien diffusé, plutôt que celui fourni par des foyers peu nombreux mais d'un grand éclat. La question du prix de revient, qui intéresse à un si haut degré presque tous les consommateurs, a été également l'objet de toute la sollicitude de l'auteur et nous sommes convaincus que celui-ci a rendu un très important service, en précisant avec autant de clarté que d'indépendance les avantages ou les inconvénients des divers systèmes d'éclairage électrique, en tenant compte du résultat à obtenir dans chacune des applications envisagées dans le cours de ce très recommandable ouvrage.

M. Aliamet.

Applications de la télégraphie sans fil. *Télégraphie sans fil en aéroplanes, Radio-phares, etc.,* par P. Jégou, ingénieur E. C. P. Un volume, format 18/11 cm, avec figures (1912). Prix : 1 fr. 50. (H. Desforges, éditeur, Paris.)

La télégraphie sans fil vient d'entrer dans une nouvelle phase : sortie du laboratoire et de la période de tâtonnements pour la rendre réellement simple, pratique et sûre, nous la voyons se développer rapidement et le nombre des navires qui s'en munissent augmente chaque jour.

Bref, c'est la période d'application, mais on peut dire aussi que c'est celle des *applications* si on considère que le principe des actions à distance sans fil a suggéré l'idée d'utiliser les ondes hertziennes à la solution de problèmes importants : *Signaux horaires,* signaux pour la *mesure des longitudes,* signaux pour signaler aux navigateurs les points dangereux même par le brouillard le plus épais (radiophares).

Ce petit opuscule permettra au lecteur de se rendre compte facilement et sans fatigue comment les ondes mystérieuses permettent de résoudre ces problèmes en apparence si différents.

L'application de la T. S. F. sur les *aéroplanes* est un problème d'actualité qui vient d'être étudié et dont l'auteur indique les difficultés et les résultats.

Un chapitre spécial fait ressortir les défauts de cette télégraphie et indique les recherches faites dans le but de les faire disparaitre (parasites et troubles divers, dispositifs préservateurs).

Les dernières pages sont consacrées à l'exposé du phénomène de l'action du jour et de la nuit sur la portée des ondes.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Essais de résistance au choc des lampes à incandescence à filaments métalliques.

Les lampes à incandescence à filaments métalliques sont plus ou moins fragiles et cette fragilité dépend essentiellement du procédé de fabrication des filaments.

Pour les lampes mobiles et pour celles qui sont destinées à l'éclairage des wagons de chemin de fer, des voitures de tramways, des navires, etc., qui doivent pouvoir supporter des chocs sans être mises hors de service, il est nécessaire de pouvoir procéder à des essais permettant de se rendre compte exactement de la solidité que présentent les divers types de lampes que l'on se propose d'utiliser.

On sait que les lampes à filaments métalliques ne consomment environ que 25 à 30 o/o de l'énergie nécessaire pour alimenter une lampe à filament de carbone de même puissance lumineuse. Il y a donc grand intérêt à substituer les lampes à filaments métalliques aux lampes à filament de carbone, à la condition toutefois qu'elles présentent une solidité au moins égale dans les applications nombreuses où elles doivent pouvoir résister à des trépidations et à des chocs, comme c'est le cas pour l'éclairage des trains, des voitures de tramways, des navires et de certaines usines.

Un des premiers dispositifs permettant d'effectuer des essais de résistance aux chocs a été installé dans un laboratoire de Berne appartenant à la *Ober-Telegraphenin spektion der Schweizerischen Bundesbahnen* et est encore employé par l'*Association des consommateurs de lampes à incandescence* dont le siège est à Paris.

Dans cet appareil très simple (fig. 99), le choc est produit par la force vive d'une sphère descendant le long d'un plan incliné. Cette sphère est une bille de plomb entourée de caoutchouc; son poids est de 12 gr. Le plan incliné, divisé en centimètres, a une inclinaison de 10 o/o. La lampe est suspendue librement et se trouve placée, comme le montre la figure, près du rebord du plan incliné.

On lâche d'abord la sphère à une distance de 20 cm de la lampe; puis on augmente successivement et régulièrement la distance de 5 cm chaque fois, jusqu'à ce que l'on obtienne la rupture du filament.

Les essais de résistance au choc ainsi effectués ont conduit aux conclusions suivantes :

1° La résistance des lampes est très variable selon leur provenance;

2° Il n'y a aucun rapport entre la résistance et le rendement spécifique.

3° Pour des lampes de même tension, la résistance est d'autant plus forte que l'intensité lumineuse est plus grande, les filaments étant plus gros;

4° Pour des lampes de même intensité lumineuse, la résistance est d'autant plus grande que la tension est plus faible, pour la même raison que les filaments sont plus gros;

5° Les lampes de certaines fabriques ont d'autres

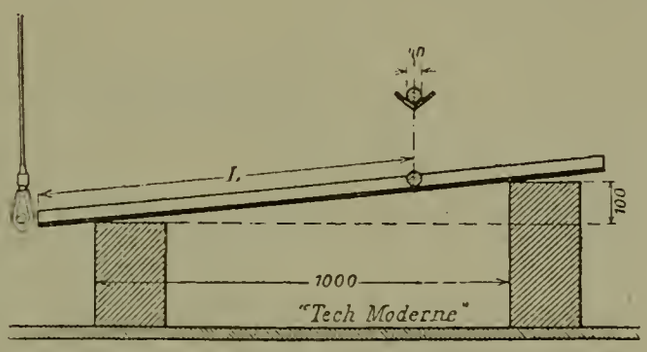


Fig 99.

parties au moins aussi délicates que les filaments.

Les essais effectués avec l'appareil qui vient d'être décrit peuvent bien donner une simple indication, mais il ne permet pas de déterminer exactement la valeur de la résistance au choc.

M. Emmanuel Legrand, ingénieur électricien, vient de réaliser un appareil qui permet de fixer exactement la valeur pratique d'une lampe et que nous avons pu voir fonctionner dans le laboratoire du service technique du Crédit lyonnais, à Paris.

Le dispositif imaginé par M. Legrand et que représente la figure 100 comporte ;

1° Une table de chocs sur laquelle est montée la lampe à essayer;

2° Un dispositif permettant de graduer les chocs et formant également compteur de tours;

3° Un relais.

Dans une communication, faite à l'Académie des Sciences le 29 janvier dernier, M. Legrand décrit ainsi son appareil :

« La table de chocs consiste en une planchette de bois placée à peu près horizontalement. Elle est fixée à un axe à l'une de ses extrémités; l'autre

extrémité repose sur une came animée d'un mouvement de rotation, grâce à un petit moteur électrique placé à proximité de l'appareil. La came soulève progressivement la planchette qui, à un moment donné, tombe brusquement d'une hauteur constante.

« Cette chute est provoquée par un ressort en spirale réglable, tirant sur la planche mobile, dont l'extrémité est soumise à un effort F connu.

« La machine une fois mise en marche, la lampe subit n chocs, correspondant à l'effort F, puis, automatiquement, un dispositif spécial modifie l'effort F et lui donne la valeur $F_1 > F$. Après n' chocs, l'effort F_1 devient $F_2 > F_1$, et ainsi de suite jusqu'à la rupture du filament de la lampe.

« Dans la pratique, on donne à n, n', etc., toujours la même valeur et

$$F_1 - F = F_2 - F_1, \text{ etc.}$$

« Quand le fil de la lampe se rompt, immédiatement la machine s'arrête d'elle-même. En effet, le courant alimentant le moteur électrique passe par un relais qui, grâce à des frotteurs convenablement disposés, est mis une fois par tour en série avec la lampe aussitôt après le choc; si le filament est rompu, le relais se déclenche et le moteur s'arrête.

« La résistance du relais est telle que le courant qui passe dans la lampe n'amène pas d'élévation de température appréciable du filament. L'essai est donc fait à froid.

« Pour fixer la valeur pratique de la lampe, il n'y a plus qu'à lire sur le compteur de tours le nombre de chocs produisant la rupture. »

M. Legrand cite ensuite, à titre d'exemple, quelques résultats. Certaines lampes très fragiles cassent toujours au premier choc. Le filament est alors pulvérisé et tombe dans l'ampoule.

Dans d'autres lampes, le filament se rompt toujours au ras des soudures; cela tient à ce que les soudures, dans ces lampes, présentent un défaut d'homogénéité par rapport à la nature du filament.

Dans certaines lampes, le filament se brise toujours vers son milieu pour un nombre de chocs assez voisins.

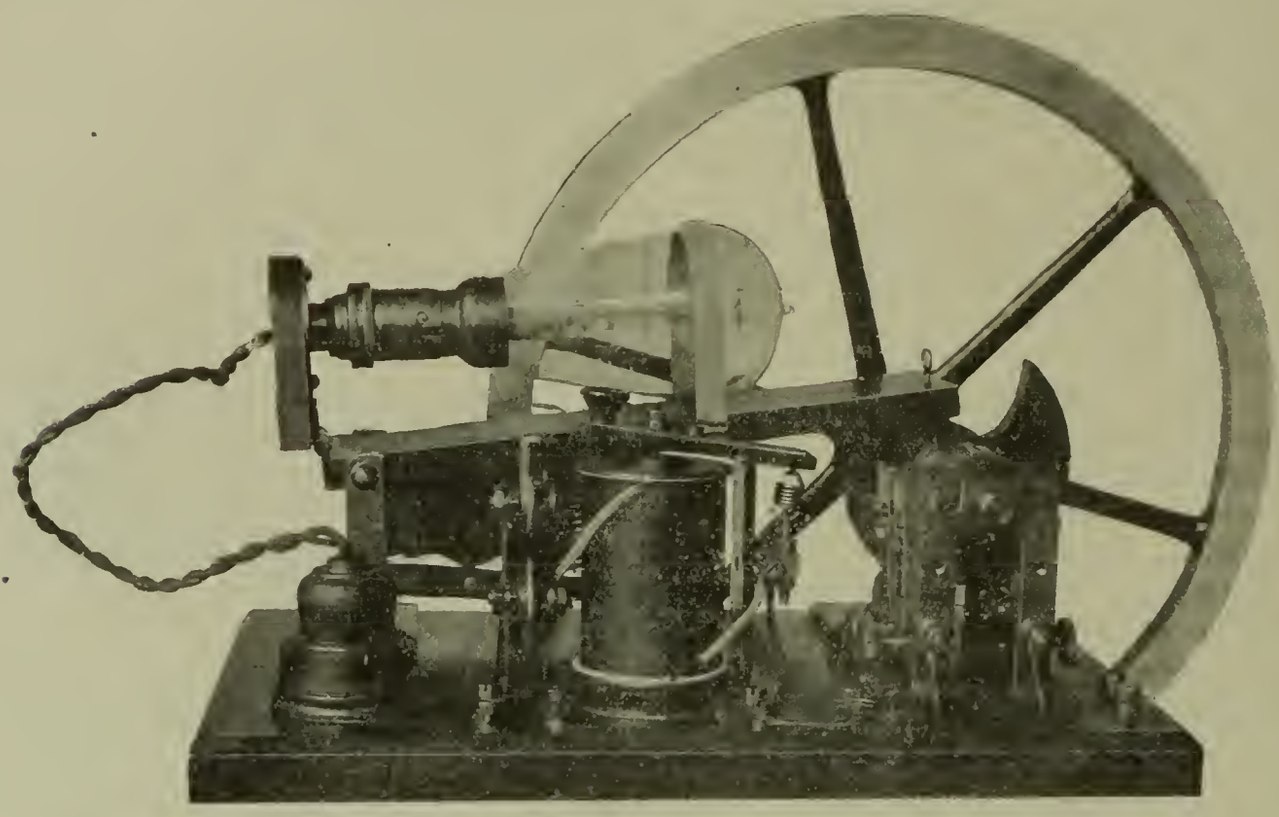


Fig. 100.

Enfin, dans certaines lampes qui, toutes, avaient leur support en cristal brisé entre 60 et 63 chocs, les lampes étant neuves, les filaments résistaient très bien et n'étaient rompus que par la chute de leur support. Il est à constater que, après 200 heures d'allumage, aucune de ces lampes n'a eu son support brisé, sans doute parce que la température à laquelle est soumis le support a recuit peu à peu le verre et lui a donné une plus grande solidité.

L'appareil de M. Legrand présente un grand intérêt, car il permet d'étudier exactement la résistance aux chocs des lampes à filaments métalliques et de constater les progrès réalisés dans la fabrication des filaments obtenus soit par pressage, soit par étirage.

J.-A. Montpellier.

Les turbines à vapeur.

Dans les dernières séances de l'Institution anglaise des ingénieurs électriciens, plusieurs travaux importants ont été examinés; l'habitude admise est que les mêmes sujets soient traités à la même date dans les diverses sections de l'Institution. C'est ainsi qu'en même temps à Londres et à Sheffield, on entendait et discutait le travail de M. Anthony Ablett sur la commande électrique des laminoirs. Le 25 janvier dernier, MM. Symons et Miles Walker ont présenté une étude sur l'échauffement des machines électriques que nous résumerons ultérieurement; tandis qu'à Manchester M. Karl Baumann lisait, sur les progrès récents réalisés dans les turbines à vapeur, un travail qui fut également écouté par les membres de l'Association des ingénieurs de Manchester et qui intéresse d'ailleurs tous ceux qui s'occupent à un titre quelconque d'une station génératrice.

M. Baumann commence par donner un résumé des perfectionnements réalisés depuis 1902 et étudie le développement depuis cette époque des différents types de turbines, à savoir : Curtis, Parsons, Rateau et Zoelly. Dans la troisième partie de son travail, il compare les différents types de turbines et dit à ce sujet : « Le développement récent atteint par les différentes turbines énoncées ci-dessus montre clairement la tendance à adopter définitivement l'un ou l'autre des deux types connus sous le nom de types à disque et à tambour, ou type Curtis-Parsons et type Curtis-Rateau. On peut les considérer comme les plus généralement adoptés, car les constructeurs anglais se bornent à la fabrication de ces deux genres de turbines et M. Baumann étudie les différences principales qui les caractérisent. Pour cela, il faut les étudier au point de vue de la commodité, de l'économie et du prix d'établissement. Cet examen démontre que s'il n'est guère possible de déclarer que tel type est meilleur que l'autre, cela dépend surtout des conditions particulières dans lesquelles la turbine doit fonctionner. L'adaptation et la commodité de telle turbine dépendra donc beaucoup plus des détails de construction que du principe d'après lequel elle est construite. Il est, en effet, certain que le mode de fixation des ailettes, par exemple, qui ne dépend pas du type choisi, est de grande importance. Il est également évident qu'une turbine avec un très petit espacement entre les parties fixes et les parties tournantes n'est pas aussi avantageuse qu'une turbine pourvue d'un large espacement entre ces parties. Quant aux autres points, c'est-à-dire à la question d'économie et de prix d'établissement, M. Baumann limite sa comparaison à la turbine à haute pression qui est principalement employée dans les stations génératrices. Il divise les turbines en trois catégories, à savoir :

1° Turbines avec de petites productions moindres que 750 kw à 3000 tours par minute ou moindres que 2250 kw à 1500 tours par minute;

2° Turbines avec des productions modérées de 750-1500 kw à 3000 tours par minute ou 2250-4500 kw à 1800 tours;

3° Turbines avec de grandes productions au-dessus de 1500 kw à 3000 tours ou au-dessus de 4500 kw à 1500 tours.

Pour les premières turbines, dit M. Baumann, le type à disque ou à tambour est certainement meilleur marché, c'est-à-dire qu'il peut être établi à des prix modérés pour la même consommation de vapeur et donner de meilleurs rendements. Pour la deuxième classe, les deux systèmes sont à peu près égaux, quant à l'économie de fonctionnement et au prix initial.

Pour les grandes productions, la turbine Curtis-Rateau est la meilleure, parce que le type à disque et à tambour coûte beaucoup plus cher sans avoir un rendement beaucoup plus élevé. En résumé, la turbine à tambour est destinée à de petites productions et la turbine à disque réservée pour les grandes puissances.

Le conférencier recherche ensuite quel est la puissance maximum que l'on peut obtenir avec une turbine à disque dans les mêmes conditions de fonctionnement et il montre qu'elle est environ le double de la production maximum que l'on peut obtenir avec une turbine à tambour.

Dans cette recherche des puissances maxima, M. Baumann examine l'influence du vide, celle des pertes, celle des efforts exercés dans le tambour et sur les disques, etc. Puis il déclare : « La question des productions maxima qui peuvent être obtenues avec les différents types de turbines devient importante par suite du grand accroissement qu'ont pris les puissances des groupes turbo-alternateurs pendant ces trois dernières années. C'est principalement dû aux rapides développements qu'a pris la turbine à impulsion; les prix élevés de celle-ci pour les petites produc-

tions et la grande économie qu'elle fournit dans les grandes puissances ont encouragé les constructeurs à adopter plus généralement les groupes très puissants ayant des vitesses relativement grandes. Il y a quelques années, 1000 kw étaient considérés comme une grande puissance à 3000 tours par minute, tandis qu'à présent on construit des groupes dépassant 3000 kw à cette même vitesse.

« Cette augmentation de puissance des turbo-alternateurs a été beaucoup plus rapide aux Etats-Unis qu'en Europe et qu'en Angleterre. C'est ainsi que la Compagnie américaine Westinghouse, l'A. E. G., etc., construisent des groupes de 15 000 kw à 1800 tours et même au-delà. »

La vitesse critique des rotors des turbines est ensuite examinée dans le travail de M. Baumann Il dit que la vitesse critique de l'arbre est le plus important facteur dans l'établissement des turbines à vapeur et, à ce sujet, le type à disque a un avantage considérable sur le tambour, en ce sens que sa vitesse critique peut être calculée avec facilité et exactitude. A une époque, il y eut même une tendance à négliger la vitesse critique en dépit des recherches du professeur Stodola, car on avait constaté que des turbines convenablement équilibrées pouvaient, dans des conditions ordinaires, fonctionner d'une manière satisfaisante même à la vitesse critique. Malheureusement, on remarqua bientôt que, dans la pratique, si l'arbre venait à fléchir à un moment donné, il resterait dans cette position à cause de son fonctionnement à la vitesse critique. Cette question est donc de première importance: de même, M. Baumann rappelle les principaux faits se rattachant aux vitesses critiques des rotors employés dans les turbines, génératrices, compresseurs, ventilateurs et pompes. La vitesse critique d'un arbre est ordinairement définie comme la vitesse à laquelle une très petite masse excentrique provoque le fléchissement de l'arbre. On peut démontrer que cette vitesse coïncide avec le moment où l'arbre entre en vibration et aussi que c'est la vitesse à laquelle tout fléchissement accidentel de l'arbre résulte d'une force centrifuge suffisamment grande pour maintenir constant ce fléchissement. Dans les recherches qui ont été réalisées, un arbre peut être considéré comme rigide si sa vitesse critique est au-dessus de sa vitesse normale de fonctionnement et comme flexible si elle est au-dessous. Puis M. Baumann examine séparément : 1° la vitesse critique d'un arbre non chargé; 2° la vitesse critique d'arbres avec des charges uniformément réparties; 3° la vitesse critique et les fléchissements des rotors des turbines.

Après une brève mention du réglage des turbines, M. Baumann étudie avec détails l'accroissement du champ d'application des turbines. D'abord, relativement aux turbines à haute pression. La turbine à vapeur, dit-il, est une machine pour grandes productions, et pendant la première moitié de ces dix dernières années, elle a été préférée au moteur à vapeur pour des puissances supérieures à 1000 kw. Les récents progrès ont réduit la puissance minimum à laquelle un moteur est plus avantageux qu'une turbine; et des unités de 500 kw et même de 250 kw avec turbines peuvent rivaliser avantageusement avec les meilleurs moteurs modernes. Dans certains pays, comme aux Etats-Unis, là où le prix du charbon est de secondaire importance, on a une tendance à adopter des turbines même pour les plus petites puissances. Dans ce cas, on emploie généralement le type Curtis simple qui est également adopté avec beaucoup de succès pour certaines applications spéciales, comme pour actionner des pompes. Le développement pris dans ces cinq dernières années montre, non seulement un perfectionnement dans les turbines à haute pression et à condensation destinées aux stations génératrices, mais aussi accuse un accroissement énorme dans les applications des turbines à toutes sortes d'industries.

Ces applications ont conduit à la construction de nouvelles sortes de machines connues sous le nom de turbines à basse pression, turbines à pression mixte, turbines à pression renversée et turbines à réduction. M. Baumann fait remarquer que les turbines à pression mixte, bien qu'introduites en Angleterre depuis cinq ans seulement, ont pris un développement considérable surtout dans ces deux dernières années; et, en effet, près de 40 0/0 des turbines actuellement installées en Angleterre sont de ce type spécial. Puis M. Baumann établit une comparaison entre les deux principaux types de turbines à tambour et à disque lorsque ces types sont établis à basse pression ou à pression mixte et examine la production maximum qui pourrait être obtenue de la partie à basse pression de ces machines.

M. Baumann a dressé plusieurs tableaux montrant les plus importants résultats obtenus pendant les cinq dernières années avec les turbines à haute pression, basse pression et pression mixte et donnant les rendements des turbines et des génératrices. Les consommations à pleine charge et les rendements définitifs de plus importantes turbines installées donnent les chiffres suivants :

Constructeurs	Année	Kilowatts	Tours par m.	Kilogr. par kilow.-heure	Rendement total
A. E. G	1906.	3000.	1500.	5,50.	16,8 %
C. A. Parsons	1907.	3500.	1250.	6 ».	»
Westinghouse machine C°	1907.	7500.	750.	6,75.	62,7
Brown, Boveri et C°	1907.	3500.	1360.	6,15.	66,3
Escher Wyss et C°	1908.	5000.	1000.	6,80.	64,8
A. E. G.	1909.	4000.	1500.	5,20.	63,1
El. Maschinen Fabrik	1910.	3500.	1500.	6,30.	64,8
Masch. Fabrik. Augsburg. Nurenberg.	1910.	2500.	1500.	7 ».	64,5
B. F. H.	1911.	3000.	1500.	7,15.	64,7
Escher Wyss	1910.	4000.	1000.	5,95.	64,4
Escher Wyss	1910.	2000.	3000.	5,80.	66
Oerlikon	1911.	3000.	1500.	5,20.	64,1
Cie anglaise Westinghouse	1911.	3000.	1500.	6,70.	63,9
Cie anglaise Westinghouse	1911.	5000.	1500.	5,80.	67,9
Richardson Westgatts	1910.	6250.	1200.	5,20.	68,4

On peut voir, d'après ces chiffres, que la consommation de la vapeur a été améliorée depuis 1906 et a atteint 5,10 kg seulement par kilowatt-heure en 1911, tandis que le rendement total a atteint 68,4 o/o en 1910, ce qui n'a même pas été donné en 1911.

M. Baumann montre que le meilleur rendement constaté pour des turbines à pression mixte, fonctionnant avec de la vapeur à basse pression, a été obtenu avec une turbine de 1000 kw marchant à 3000 tours par minute et fournie par la compagnie anglaise Westinghouse; ce rendement a été de 69,8 o/o.

Le reste du travail de M. Baumann est presqu'entièrement consacré aux conditions variables de fonctionnement.

A. H. B.

Congrès international des applications électriques.

(TURIN, 10-17 SEPTEMBRE 1911).

Suite et fin (1).

ÉTAT ACTUEL DE LA TECHNIQUE DES ACCUMULATEURS STATIONNAIRES ET TRANSPORTABLES, PAR le **Dr H. Beckmann.**

(Suite et fin).

En traitant le sujet de ces batteries-tampons pour chemins de fer, je m'en voudrais de passer sous silence un domaine d'emploi spécial des accumulateurs; je veux dire les chemins de fer dits sans rails, qui sont adoptés en plusieurs endroits, en Italie, sous le nom de « Filovie ». Pour autant que je sache, il existe ici dix chemins de fer semblables travaillant tous, sans exception, avec des batteries-tampon pour compenser les irrégularités de charge qui se font particulièrement sentir, comme on sait, dans les petites installations.

Enfin, il me reste encore à parler, d'une manière générale, de l'emploi des batteries dans les installations à courant triphasé et alternatif, dont le nombre, toutefois, est resté malheureusement faible jusqu'ici, je dirai même trop faible, bien que les schémas de montage existants ainsi que les résultats pratiques touchant l'égalisation des fluctuations dans les installations à courant alternatif soient tout à fait bons. J'ai la conviction qu'après que les directeurs des stations centrales à courant alternatif auront eu plus souvent l'occasion de se familiariser avec les batteries, le

(1) Voir l'*Électricien*, tome XLII, 2e semestre 1911, pages 228, 241, 262, 278, 296, 313, 326, 341, 393, 406 et 421 et n° 1097, 6 janvier, page 8, 7 et 24 février 1912, pages 70 et 116, 9 mars, page 137 et 16 mars, p. 164.

domaine d'emploi des accumulateurs s'étendra dans une mesure plus large encore. Abstraction faite de l'emploi spécial de l'accumulateur comme groupe compensateur dans les usines centrales à courant alternatif, il y a lieu de parler encore des batteries d'excitation adoptées dans de nombreuses stations centrales à courant alternatif et qui servent en même temps à assurer l'éclairage des stations centrales, à manœuvrer les commutateurs à distance, etc. Je crois que ce qui précède aura permis d'embrasser à grands traits le domaine des accumulateurs stationnaires et je passe aux accumulateurs transportables.

Il est difficile de résumer en peu de mots ce qui a trait aux types d'éléments transportables, attendu que, conformément aux exigences extraordinairement différentes précisément imposées à ce genre de batteries suivant leur destination, les types diffèrent aussi du tout au tout. Je dira[1] d'une manière générale que, pour les grands accumulateurs, on emploie d'habitude des plaques à grande surface, tandis que pour les petits accumulateurs, ce sont presque exclusivement les grilles ou les plaques à grilles empâtées, aussi bien pour les plaques positives que pour les négatives, que l'on emploie.

Enfin, je mentionnerai aussi brièvement l'accumulateur dit alcalin, qui a été mis sur le marché d'après les types d'Edison, de Jungner et d'autres encore, et qui doivent être considérés comme source transportable de courant exclusivement.

Jusque dans ces dernières années, il s'agissait toujours, pour les accumulateurs transportables, d'éléments relativement petits, dont quelques-uns étaient réunis en petites batteries pour l'actionnement des instruments de musique dits automatiques, des petites installations d'éclairage, des appareils d'allumage, etc. Entre temps, toutefois, des batteries transportables de grandeur très respectable ont trouvé emploi pour les voitures motrices des grandes lignes de chemin de fer, les locomotives, les bateaux sous-marins et les automobiles, et y ont ouvert à l'accumulateur un nouveau et grand champ d'emploi que l'on ne soupçonnait pas.

Les voitures motrices à accumulateurs pour grandes lignes de chemins de fer sont, en Allemagne, très en vogue. On n'ignore pas que le mérite de les avoir introduites en grand sur les chemins de fer prussiens revient à M. Wittfeld, d'après la proposition duquel la batterie a pris place à l'extérieur et aux faces de tête de la voiture. Avec une seule charge, une voiture semblable est à même de parcourir une distance de 100 km; la puissance de sa batterie correspond, pour 168 éléments, à environ 120 kw-h. Les premiers essais ont eu lieu sur la Pfalzbahn en 1896, et ont donné de bons résultats, de sorte que ce chemin de fer s'est décidé à mettre en service d'autres voitures du même genre qui donnent également toute satisfaction; en ce moment, 6 voitures à accumulateurs assurent le service sur le chemin de fer en question et sont utilisées de préférence pour assurer le trafic de banlieue. En 1907, des essais ont été entrepris à Mayence par les chemins de fer prussiens avec 5 voitures; et, étant données les expériences favorables, l'Administration des chemins de fer prussiens a mis d'abord en service 57 voitures motrices. Comme les résultats ont continué à être satisfaisants, des commandes ultérieures ont eu lieu, qui ont porté à 140 le nombre des voitures motrices à accumulateurs en service actuellement sur les chemins de fer prussiens. Comparés aux voitures motrices à essence et à benzol, sur lesquelles on n'a pas encore rassemblé d'expériences pratiques suffisamment longues, les accumulateurs ont le grand avantage de la simplicité, de la sécurité de service et de l'économie plus grande. Je ferai remarquer encore que dans le Hall 2 des moyens de transport sont exposées des voitures semblables qui, à la fermeture de l'Exposition, seront mises à la disposition des chemins de fer de l'État italien en vue d'essais à entreprendre. Les locomotives à accumulateurs sont employées souvent maintenant sur les chemins de fer de l'État, de même que dans les grandes installations industrielles pour les manœuvres, ainsi que dans les mines pour les transports, depuis peu aussi comme locomotives sans mécanicien.

Dans les sous-marins, l'accumulateur a soutenu jusqu'ici sans concurrence sérieuse sa position pour la commande des moteurs pendant la marche sous l'eau. Ici également, il s'agit de batteries très importantes; toutefois, les exigences imposées et les avis des constructeurs varient tellement, qu'on ne peut parler, en aucune façon, d'un type et d'une grandeur de type uniques. Les conditions réclamées des sous-marins sont naturellement poussées au point le plus extrême quant à l'encombrement, au poids et à la sécurité de service, de sorte que, seules, les fabriques dont la construction était à même de satisfaire aux plus hautes exigences, sont parvenues à des succès permanents. Il va de soi que la nature du sujet m'interdit de donner des détails sur ce domaine d'emploi des accumulateurs.

L'adoption des accumulateurs pour les voitures automobiles prend également un beau développement riche en perspectives. Bien entendu,

les véhicules mus électriquement au moyen d'accumulateurs n'arriveront jamais à supplanter l'automobile à essence; leur rayon d'action limité ne le leur permet pas. Mais pour des services déterminés, comme, par exemple, les voitures de livraison, les auto-taxis, etc., la voiture électrique a, sur les automobiles à essence, des avantages tellement incontestables, résultant de sa simplicité ainsi que de son absence de bruit et d'odeur, que les électromobiles sont appelés à trouver nécessairement ici un large champ d'emploi, principalement dans les contrées où l'énergie électrique est à bon marché. Les camions automobiles et les voitures de livraison électriques pour grands magasins se construisent maintenant pour une charge de 0,5 à 5 tonnes. La poste allemande emploie des voitures automobiles avec accumulateurs pour la remise à domicile des paquets, et des tricycles pour la levée des boîtes aux lettres; dans les services municipaux, on utilise souvent des voitures électriques pour les pompes à incendie, les voitures d'ambulance, les arroseuses et les balayeuses et d'autres voitures semblables, le tout mu électriquement. D'une manière générale, ces véhicules ont donné les meilleurs résultats; ces résultats ont été particulièrement bons là où la surveillance et l'entretien des accumulateurs se trouvent dans les mains de l'usine qui les a fournis et qui prend soin de l'entretien moyennant une redevance déterminée par kilomètre. En Amérique l'électromobile a conquis en peu de temps un important marché d'une manière incomparablement plus rapide qu'en Europe. C'est ainsi qu'au commencement de 1910, 340 véhicules électriques circulaient à Saint-Louis; pour la recharge de ces automobiles, 60 redresseurs étaient alors en service. A Cleveland il y avait même 1800 électromobiles prenant leur courant à 600 stations de charge des usines d'électricité, la plupart du temps en ayant recours à la transformation au moyen de redresseurs à vapeur de mercure. Rockford, ville d'environ 45 000 habitants, ne possède pas moins de 170 électromobiles. A Chicago, le chiffre de ces véhicules est estimé à 3000 et dans l'état de New-York même à 7000. Comparé à ce développement extraordinaire, celui de l'électromobile en Europe est très en retard, car on estime que le nombre total des électromobiles n'est que de 1000 en Allemagne, c'est-à-dire pas encore aussi élevé que celui de Cleveland, pour ne citer que cet exemple. On se demande à quelles circonstances il faut attribuer cet essor extraordinaire en Amérique. Si l'on fait abstraction des conditions locales, il a été occasionné certainement par ce fait qu'en Amérique tous les milieux intéressés ont fait de prime abord une agitation extrêmement active en faveur de l'électromobile, après qu'ont été reconnus généralement les avantages inhérents à l'emploi de ce genre de véhicules. En premier lieu les directeurs des centrales électriques américaines s'efforcent de faire adopter l'électromobile, et il en est de même des revues spéciales, comme par exemple l'Electrical World, qui, par des circulaires et des articles paraissant à des intervalles réguliers, insistent constamment sur l'importance de l'électromobile pour la bonne utilisation des centrales électriques. On a bientôt reconnu que chaque véhicule électrique est un consommateur de courant tout à fait intéressant. C'est ainsi que la consommation annuelle d'une électromobile de 5 tonnes s'élève, par exemple, à 12 000 kw-h, ce qui correspond à la consommation d'environ 1300 lampes de 25 bougies normales. Une automobile électrique consomme en moyenne annuellement 10 000 kw-h, ce qui correspond aussi à l'alimentation d'environ 1100 lampes. On voit de quels chiffres élevés il peut s'agir ici pour une usine d'électricité si l'on réussit à mettre en service dans une ville un assez grand nombre d'électromobiles. En outre, par des tarifs appropriés, on peut faire en sorte que les électromobiles ne soient chargés qu'à certaines heures déterminées, où la charge de l'usine est faible, tandis que l'usine n'a à faire face à aucune recharge aux heures où la courbe de charge atteint sa pointe. De plus, la prise de courant elle-même a lieu d'une façon tout à fait régulière, les fluctuations de courant ne se présentant pas du tout, abstraction faite de la mise en circuit et hors circuit. En admettant donc qu'un nombre considérable d'électromobiles se trouvent en service dans une ville, ces derniers procurent une charge tout à fait idéale à l'usine d'électricité et servent, comme aucun autre consommateur, à améliorer notablement le facteur de charge de l'usine. En Amérique, ce fait a été reconnu de prime abord comme il convient et a engagé spécialement les directeurs d'usines d'électricité à se mettre avec ardeur à l'introduction de l'électromobile. A Cleveland les 1800 électromobiles consomment par an 2 500 000 kw-h en chiffres ronds. L'usine d'électricité compte dans ce cas sur une recette de 60 à 350 fr par an et par automobile. L'énergie électrique fournie, dans une autre ville de moins de 300 000 habitants, pour la recharge des électromobiles en 1909, s'est élevée en moyenne et mensuellement à 46 000 kw-h et, comme il a déjà été dit plus haut, presque toute la quantité du courant est fournie aux heures où la charge est

faible. Il est bon d'insister sur ce point que l'amélioration du facteur de charge n'a généralement pour conséquence aucun frais d'installation pour l'usine d'électricité. Je suis convaincu que l'expansion de l'électromobile en Europe dans les années immédiatement prochaines fera aussi des progrès essentiels, si l'on reconnaît quel excellent client l'électromobile peut être pour les usines d'électricité en dehors de ses autres bonnes qualités qui ne sont contestées par personne.

Un domaine d'emploi plein d'avenir pour l'accumulateur est devenu aussi l'éclairage électrique des trains dans tous les pays civilisés parce qu'il écarte tout danger d'incendie, à l'encontre de l'éclairage par le gaz. Je ne puis naturellement m'étendre ici sur tous les systèmes; je dirai seulement que l'ancien système d'éclairage par batteries pur s'est répandu d'abord dans une très large mesure en Italie, tandis que dans d'autres pays on s'est décidé en faveur d'un système où l'alimentation du circuit des lampes a lieu par une dynamo actionnée par l'essieu de la voiture, une batterie d'accumulateurs étant montée en parallèle avec cette dynamo. Ce système a subi un perfectionnement notable par l'emploi de la dynamo Rosenberg. L'expérience que l'on a faite de ce système d'éclairage électrique est satisfaisante sous tous les rapports.

Enfin, je parlerai encore brièvement de l'emploi sans cesse plus étendu des petits accumulateurs transportables pour l'éclairage de secours, pour le fonctionnement d'appareils de commutation en remplacement des piles primaires et enfin et surtout pour les lampes à main et de mines. Tout simple et tout indiqué que semble l'emploi des lampes électriques à main pour l'éclairage des mines, ce n'est que tout récemment, pour autant que je sache, qu'on a réussi, malgré tous les efforts, à introduire l'emploi en grand de la lampe de mine électrique. Dans ces dernières années, une société allemande a travaillé avec succès dans ce domaine. Son principe consiste à se substituer entièrement à la mine dans l'entretien de l'accumulateur et à tenir les lampes constamment en état de service contre une redevance fixe payée par la mine. Cette manière de faire assure un entretien compétent de l'accumulateur et il y a lieu d'espérer que sous ce rapport aussi l'emploi de l'accumulateur donnera des résultats satisfaisants et qu'il sera rémunérateur.

Pour terminer, je citerai quelques chiffres touchant le côté économique de la fabrication de l'accumulateur. J'estime qu'en 1910 le chiffre de vente de l'accumulateur dans le monde entier s'élevait à 75 millions de francs; la plus grande partie de ce chiffre revient au système Tudor, qui possède dans presque tous les pays industriels des usines nationales. On peut dire qu'en totalité 75 0/0 de la production mondiale en accumulateurs sort des usines Tudor. Les usines d'accumulateur occupent un personnel d'environ 13 000 personnes. La quantité de plomb total utilisée dans le monde entier pour la fabrication des accumulateurs peut être estimée à 70 000 tonnes.

C'est ainsi que la fabrication de l'accumulateur est devenus dans ces vingt dernières années un facteur remarquable et important de toute l'industrie électrique et qu'elle a permis aux batteries électriques de se répandre, sous des formes d'emploi multiples, dans le monde entier.

L'ACCUMULATEUR ALCALIN FER-NICKEL, PAR J.-A. Montpellier.

Le texte de cette communication a été publié dans l'*Électricien*, n° 1099, 20 janvier 1912.

8e Section.

Tarification, taxation et législation de l'énergie électrique.

LA LÉGISLATION SUR LA TRANSMISSION ÉLECTRIQUE DE L'ÉNERGIE, PAR M. E.-C. Ericson.

Dans son rapport, M. Ericson ne s'occupe que de la législation relative aux transmissions destinées à l'éclairage, à la force motrice, au chauffage, etc.; il laisse de côté les lignes télégraphiques, téléphoniques et de signaux ainsi que celles de traction électrique.

L'auteur expose ce qui a été l'objet de la législation ou de la réglementation dans les différents pays au point de vue de la sécurité et du contrôle, de la responsabilité des dommages causés, de l'expropriation et de l'utilisation des voies publiques, des conditions de vente de l'énergie, de l'impôt sur l'énergie et des comités officiels d'électricité.

Le rapport se termine par un exposé de la réglementation dans les différents pays.

L'AMÉLIORATION DU FACTEUR DE CHARGE DANS LES USINES GÉNÉRATRICES, PAR G Sartori.

Pour résumer l'état actuel de cet important problème, le rapporteur a fait une enquête dans

les principales usines d'Europe et des Etats-Unis.

Ce sont les résultats de cette enquête qu'il fait connaître. Il en ressort que presque toutes les grandes usines se sont préoccupées de cette question et une première solution partielle, qui tend à se généraliser, consiste à procurer à l'usine des consommateurs d'énergie, ayant un grand facteur de charge, tels que les tramways et les usines utilisant des moteurs électriques.

Dans certains pays, on a pu arriver à des résultats très satisfaisants en pompant de l'eau potable pour l'amener dans des réservoirs appropriés et aussi, en pompant l'eau pendant la nuit pour les besoins de l'irrigation.

M. Sartori, après avoir fait ressortir les difficultés que l'on éprouve pour trouver des industries qui travaillent seulement de nuit, mentionne quelques exemples où cette question a été en partie résolue.

A propos de l'emploi de l'énergie électrique pour les applications thermiques, il donne quelques renseignements sur des appareils où l'accumulation de la chaleur est possible. Il examine ensuite les avantages que présente l'emploi des accumulateurs électriques.

La question de l'amélioration du facteur de charge par des tarifs convenable est aussi examinée et accompagnée de détails sur les résultats obtenus à Lausanne par l'emploi d'un tarif multiple.

Le rapporteur termine par quelques considérations sur les installations d'accumulation d'énergie hydraulique et sur les accumulateurs thermiques, au point de vue de leur utilisation dans les grandes usines génératrices.

ÉTUDE COMPARATIVE DES IMPOTS DIRECTS ET INDIRECTS SUR L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS DIFFÉRENTS PAYS, PAR **Mario Benghi.**

Le rapporteur examine l'état actuel de la législation dans les pays d'Europe et aux Etats-Unis. Dans presque toutes les villes, on taxe l'énergie électrique, soit dans les actes de concession aux sociétés, soit par des délibérations ayant force de loi.

Ce n'est qu'en Italie, en Allemagne et en Espagne qu'il y a des impôts généraux fixés par une loi.

En Italie, l'impôt sur la production de l'énergie est proportionnel à la population des communes où se trouve située l'usine. L'impôt sur la consommation pour l'éclairage privé et le chauffage est perçu sous forme de taxe fixe par kilowatt, avec des rabais sur les forfaits établis dans les communes où la population est inférieure à 10 000 habitants. De plus, les communes peuvent imposer jusqu'à 20 0/0 du prix de vente.

En Espagne, l'impôt est établi sur toute la production de l'usine, calculée sur la production moyenne journalière, avec une surtaxe pour les communes et aussi sur la consommation pour l'éclairage public et privé, taxe établie d'après la vente du courant.

En Allemagne, l'impôt est établi sur les appareils d'éclairage.

En concluant, M. Bonghi propose que la nouvelle loi italienne choisisse pour base de l'impôt le prix de vente de l'énergie électrique et non le pouvoir éclairant ou calorifique. Il estime que l'impôt doit être réduit en ce qui concerne le chauffage, réduction qui serait aussi avantageuse pour l'Etat que pour le contribuable.

Il ne s'explique pas pourquoi, en Espagne, on doit payer un impôt plus élevé lorsque la force motrice de l'usine est hydraulique, alors que l'intérêt de l'Etat, aussi bien en Espagne qu'en Italie, est de rendre possible l'exploitation des forces hydrauliques.

MÉTHODES RATIONNELLES POUR LA MESURE COMMERCIALE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, PAR **G.-G. Ponti.**

L'auteur énumère les facteurs qui concourent à établir le prix de l'énergie électrique.

Après avoir établi l'importance du facteur de charge annuel, il estime qu'il est nécessaire de développer davantage la clientèle et de favoriser les demandes des consommateurs, de manière à atteindre des valeurs élevées du facteur de charge. A cet effet, il conviendrait d'établir plusieurs sortes de contrats et d'appliquer, suivant les cas, des méthodes et des appareils spéciaux.

M. Ponti énumère ensuite les erreurs auxquelles sont sujets les instruments de mesure, ainsi que les inconvénients qui en résultent.

Il examine ensuite rapidement les lois et dispositions en vigueur dans quelques-unes des nations les plus importantes, en ce qui concerne la tarification, et formule quelques desiderata au sujet de plusieurs projets qui, convenablement coordonnés, seraient aussi avantageux pour le producteur que pour le consommateur.

Il termine en faisant ressortir l'importance des systèmes de tarification, tels que celui de M. R. Arno, qui tiennent compte de la valeur du facteur de charge.

UNE SOLUTION DU PROBLÈME DE L'ACHAT ET DE LA VENTE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, PAR **Riccardo Arno**.

L'auteur prouve que, par le nouveau système de mesure, on obtient un nombre de kilowatts-heure total tel que, pour passer directement de cette valeur à la valeur réelle de ce que la Société a vraiment fourni à l'abonné, on peut appliquer au kilowatt-heure un seul tarif, à savoir le tarif que, rationnellement et équitablement, on appliquerait au kilowatt-heure, si dans une installation donnée on devait ne pas tenir compte du facteur de puissance. Ceci revient au même que si, dans ladite installation, le facteur de puissance était toujours constant et égal à 1. Dans ce cas donc — en pouvant considérer de la même manière les installations à courant alternatif et les installations à courant continu — on simplifie sensiblement les mesures dans la pratique industrielle, mais aussi on facilite les traités sur base équitable et simple, entre société et abonnés.

Les nouveaux appareils de mesure sont des wattmètres et des compteurs, mais ils présentent cette différence caractéristique que les watts qu'ils mesurent ou qu'ils intègrent par rapport au temps, sont tarifés pour $\cos\varphi = 1$ de façon automatique, quelle que soit la valeur du facteur de puissance de l'installation considérée.

Puisque la Société de distribution a établi la valeur ou le prix du kilowatt-heure avec $\cos\varphi = 1$, la Société même, par l'emploi des nouveaux appareils, n'a plus besoin de se préoccuper du décalage existant dans les installations des abonnés et du courant déwatté ou d'aimantation qu'exige le fonctionnement des dites installations.

Avec la mesure de la puissance réelle, on ne tient pas compte, dans la tarification de l'énergie électrique, du courant de magnétisation; avec la mesure de la puissance apparente, on tiendrait compte, en ce qui regarde le prix relatif, du courant en phase comme de celui en quadrature. Comme base de la tarification de l'énergie électrique, on doit prendre :

$$C = \frac{2}{3} P_r + \frac{1}{3} P_a$$

ce que l'auteur appelle : Charge complexe.

Les nouvelles méthodes et les nouveaux instruments de mesures industrielles ont pour objet d'indiquer la charge complexe, c'est-à-dire : la somme de $\frac{2}{3}$ de la puissance réelle et de $\frac{1}{3}$ de la puissance apparente.

Ces méthodes et instruments de mesure ont pour objet de tenir compte, exactement dans la mesure de l'énergie électrique, non seulement de la puissance réelle, mais aussi de la manière d'utilisation de l'énergie même; de tenir donc compte, eu égard aux proportions effectives pratiques de prix, du courant utile comme du courant de magnétisation.

Pour l'application de la formule fondamentale à la construction des instruments industriels pour la mesure de la charge complexe, il faut avant tout considérer les deux grandes catégories des installations; c'est-à-dire :

Installations pour éclairage, dans lesquelles on considère le facteur de puissance variable de 1 à 0,8.

Installations pour force motrice, dans lesquelles on considère le facteur de puissance variable entre 0,92 et 0,5.

En prenant en considération les cas des installations à courant alternatif simple, l'auteur a trouvé que la mesure de la charge complexe :

$$\frac{2}{3} P_r + \frac{1}{3} P_a$$

peut être effectuée, avec une suffisante exactitude pratique, par un compteur ordinaire, soit électrodynamique, soit à induction, à la seule condition de modifier convenablement la différence de phase ψ entre le flux voltmétrique et la différence du potentiel appliquée aux extrémités du circuit voltmétrique. Les valeurs de ψ sont les suivantes, spécifiques et caractéristiques, pour les deux cas de l'éclairage et de la force :

Éclairage ($\cos\varphi = 1 \div 0{,}8$)	appareils électrodynamiques	$\psi = 5^\circ$
	« à induction	$\psi = 95^\circ$
Force ($\cos\varphi = 0{,}92 \div 0{,}5$)	appareils électrodynamiques	$\psi = 14^\circ$
	« à induction	$\psi = 104^\circ$

En considérant le cas des installations de force triphasées dissymétriquement chargées, l'auteur a trouvé encore que la mesure de la charge complexe peut être effectuée avec une suffisante exactitude pratique avec deux ordinaires compteurs, soit électrodynamiques, soit à induction, aux seules conditions :

1° Que tandis que le décalage de phase reste le

même pour l'un des deux appareils, il est modifié pour l'autre et précisément élevé de 0° à 30° s'il s'agit d'appareils électrodynamiques et réduit de 90° à 60° dans les cas d'appareils à induction;

2° Que, pour les appareils électrodynamiques, ils soient insérés dans le système triphasé d'après la méthode ordinaire des deux compteurs et, en cas d'appareils à induction, ils soient tous les deux insérés de la même façon dans le système triphasé en utilisant pour chacun d'eux une différence de potentiel en retard de phase de 30°.

M. Arno fait remarquer que tout instrument de mesure de l'énergie à courant alternatif, — soit électrodynamique, soit à induction, — peut, par des modifications de construction bien simples et avec une dépense minime, servir à l'application de sa méthode pour la mesure de la charge complexe.

Pour les appareils électrodynamiques, il suffit évidemment d'ajouter une petite bobine inductive bien calculée et construite. Pour les appareils à induction, spécialement pour les compteurs, cette disposition s'applique avec toute simplicité, sans besoin de démonter l'appareil, car il suffit de déplacer de petites pièces ou de modifier légèrement d'autres organes.

L'application de ce dispositif, déjà faite pour tous les types de compteurs les plus importants du commerce, a démontré amplement la facilité, la rapidité et le prix minime de la transformation.

L'auteur conclut en observant que, comme il n'existe pas de méthode industrielle scientifiquement exacte et pratiquement sûre qui garantisse soit aux abonnés, soit à la Société, la mesure exacte de l'énergie électrique sur la base juste de sa vraie méthode d'utilisation, on a maintenu en usage les méthodes actuelles qui sont empiriques, défectueuses et inexactes et qui sont acceptées faute de mieux.

Par conséquent, il est évident que, dans la pratique des mesures industrielles de l'énergie électrique, l'avantage appartient à une méthode de mesure qui, directement et sans autres corrections ou modifications, tient compte de tous les éléments de la consommation de l'abonné, aussi bien en ce qui concerne le décalage de phase que pour les variations dans l'installation.

LA LÉGISLATION SUR LA TRANSMISSION ÉLECTRIQUE DE L'ÉNERGIE, PAR Barnet-Lyon.

Le rapport sur cette question a été rédigé par M. Barnet-Lyon qui examine la législation dans les différents pays qui en ont établi une.

Ces pays sont : la France, l'Angleterre, la Suisse, l'Italie, l'Espagne, la Hongrie et la Suède.

Sur la même question, M. Heinrich Schreiber, de Vienne (Autriche), a rédigé un rapport dans lequel il fait connaître l'état actuel de la transmission électrique de l'énergie en Autriche et relève le contraste qui existe entre les progrès de l'industrie électrique et la pénurie de mesures législatives qui devraient la réglementer.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ACCUMULATEURS

L'accumulateur Block.

On lit dans l'*Elektrotechnische Anzeiger* que M. D.-T. Block a récemment communiqué les informations suivantes à la Société américaine d'électrochimie sur un nouvel accumulateur par lui inventé :

Cet accumulateur consiste essentiellement en un récipient en zinc, jouant le rôle de cathode, qui contient une bouillie de charbon moulu ou granulé imprégnée d'une solution d'oxyde hydraté de fer, de bromure de zinc et de chlorure de zinc; l'anode, en charbon poreux, est entourée d'une enveloppe d'amiante. Les avantages du nouvel accumulateur en question seraient les suivants : poids minime (un élément, développant un cheval-heure, pèserait environ 6,5 kg); prix de revient peu élevé; aucune perte d'énergie attribuable à la formation d'hydrogène sur la cathode; enfin, en raison du caractère neutre ou faiblement basique de l'électrolyte, capacité d'un fonctionnement prolongé de l'élément sans perte d'énergie qui pourrait être imputée à une action corrosive de l'électrolyte. — G.

APPLICATIONS DIVERSES

Arrêt automatique des trains provoqué par l'action d'un aimant.

La *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* signale un intéressant dispositif, imaginé par un ingénieur américain, M. J.-M. Waldron, qui provoque l'arrêt automatique des trains en marche.

Ce dispositif ne comporte aucune connexion mécanique entre la voie et la locomotive. Aux points convenables de la ligne, on ménage entre les rails un aimant ordinaire et un électro-aimant. Lorsque ce dernier reçoit un courant, il annule l'action de l'aimant naturel. Par contre, lorsque l'électro-aimant ne reçoit aucun courant, l'aimant naturel, au passage de la locomotive, influence un noyau en fer que porte un solénoïde placé sur ladite locomotive. L'attraction du noyau de fer en question libère la soupape de freinage et amène le train à s'arrêter.

L'électro-aimant reçoit du courant quand la voie est libre; mais la section intéressée de la voie est-elle occupée, il suffit d'interrompre l'alimentation en courant de l'électro-aimant et, dès lors, l'aimant naturel exerce librement son action. Ce dispositif est à la fois simple et peu encombrant sur la locomotive. Un essai ayant duré plusieurs mois aurait donné pleine satisfaction. — G

DIVERS

Les accidents dus à l'électricité.

Devant la fréquence croissante des accidents causés par l'électricité, une commission officielle a été nommée, en France, pour étudier la question à fond. Le Dr Weiss vient d'en faire connaître les conclusions, dans une séance de la *Société internationale des électriciens.*

L'accident électrique, dit-il, est encore paradoxal et déconcertant; un individu en contact avec un courant de faible tension peut être tué et l'on ne trouve rien à l'autopsie; il y a des cas, au contraire, où des tensions élevées produisent un délabrement considérable (amputations des membres ou des deux jambes), mais l'individu demeure vivant. Pour jeter quelque lumière sur la question, il était nécessaire d'expérimenter directement; M. Weiss a choisi le chien comme sujet d'étude. Les expériences ont été faites avec du courant alternatif et du courant continu. Il semble résulter que, contrairement à ce que l'on pourrait croire *a priori*, ce ne sont pas les distributions à basse tension qui sont les moins dangereuses. En tout cas, la gravité des accidents dépend du trajet du fluide à l'intérieur du corps.

Courant alternatif (*fréquence* 42). — Le courant allait d'une patte antérieure à une patte postérieure, le cœur étant sur le trajet du courant. Avec 100 volts (116 milliampères), on obtint la mort par arrêt du cœur au bout de 14 secondes. Avec 1140 volts (1,5 ampère), la mort se produisit également par arrêt du cœur; mais avec 4600 volts (7 ampères) le cœur ne s'arrêta pas, même après que l'on eut fait passer le courant plusieurs fois; seul le feu, qui avait pris aux points d'application des électrodes, entraîna l'amputation de l'animal, mais ce dernier restait encore vivant; on le mit alors sous 110 volts et il mourut aussitôt. Avec 4500 volts, mais en mettant en série une résistance de 90 000 ohms de façon à réduire le courant à 45 milliampères, la respiration s'arrêta à chaque établissement de courant, mais elle reprit ensuite; en diminuant la résistance jusqu'à obtenir 90 milliampères, le chien mourut.

Donc, un chien meurt s'il est traversé par un courant de 70 à 80 milliampères, quand le cœur est dans le trajet; mais si le courant devient trop intense, il n'y a plus d'arrêt du cœur. Avec 45 milliampères, le chien est tétanisé, tous les muscles sont contractés; il meurt asphyxié par arrêt de la respiration au bout de cinq à six minutes; mais si on le détache auparavant, il continue à vivre, tandis que dans le cas d'arrêt du cœur on ne peut le ramener à la vie. En appliquant 1080 volts (400 milliampères) entre le dessus de la tête et le menton, la respiration s'arrête mais le cœur bat; l'animal ne meurt pas. Si l'une des électrodes passe du menton à la patte, l'animal est tué immédiatement.

Quels sont les enseignements qui se dégagent de ces faits! Pour l'homme, la résistance du corps, dans le cas de très bons contacts (mains dans les cristallisoirs) est de 12 000 à 15 000 ohms. Avec une distribution de 110 volts, l'intensité du courant qui traverserait le corps serait de 70 à 90 milliampères, ce courant est dangereux. Fort heureusement, il est extrêmement rare de réaliser un bon contact, et la résistance du corps humain est bien plus considérable que ce que nous venons d'indiquer. Aussi a-t-on pu admettre que les distributions au-dessous de 110 volts ne sont pas dangereuses.

Courant continu. — Il se comporte comme l'alternatif, mais il faut un courant environ quatre fois plus grand pour obtenir le même résultat. De plus, quand le courant continu passe dans le muscle, il produit dans tout le trajet des altérations que ne produit pas le courant alternatif; l'une des pattes d'une grenouille soumise à n excitations de même sens présente (la grenouille remise dans l'aquarium) une atrophie musculaire progressive que rien ne peut réparer, alors que l'autre patte, soumise à $2n$ excitations alternatives, va très bien.

Comme conclusions, la commission recommande au public non professionnel de ne jamais toucher aux appareils, ni aux fils électriques hors des appartements. Pour les professionnels, elle répartit les distributions électriques de deux catégories :

Tension inférieure à 150 volts en alternatif ou à 600 volts en continu; il est facile de se préserver de tout accident en s'enveloppant les mains avec un linge ou en montant sur un tabouret et en se servant d'une seule main.

Pour les tensions au-dessus de 600 volts, on recommande de s'isoler du côté du courant ou du

côté de la terre, et de préférence des deux côtés, en employant une seule main. Au-dessus de 10 000 volts, la précaution la meilleure est de couper le courant.

La Commission a demandé, en outre, que l'on fasse l'éducation du public et en particulier des enfants dans les écoles et qu'une Commission permanente étudie chaque accident qui lui sera signalé. — K.

ÉLECTROCHIMIE

Procédé Rojas pour la coloration des surfaces métalliques.

D'après des informations qui lui parviennent des États-Unis, le *Mechaniker* signale, comme appelé à un grand avenir, un procédé électrochromique imaginé par M. F.-A. Rojas. Ce procédé, exploité par la Compagnie « Rojas Electrochemical » de New-York City, permet de former électrolytiquement, à la surface d'une pièce métallique quelconque, un dépôt métallique, sans que l'application préalable d'une couche intermédiaire d'un autre métal soit nécessaire, comme dans les autres méthodes usuelles. Dans le procédé Rojas, l'enveloppe se forme sur la cathode de la manière ordinaire, et elle prend immédiatement la coloration désirée; on peut produire une coloration quelconque : le vert, le rouge, le bleu, le brun, le jaune d'or, etc. Un des plus grands avantages consiste en ce que le traitement n'exige qu'un laps de temps extraordinairement court : en effet, en 15 secondes, 1 minute au plus, on obtient une couche d'une ténacité très grande et de la couleur voulue.

Le procédé en question a déjà fait ses preuves dans la pratique. Il aurait déjà été, en effet, employé avec succès pour donner une coloration déterminée à des articles métalliques tels que lampes, lustres, etc. De plus, on l'a employé directement dans la fabrication du verre de plomb. Dans ce dernier cas, le verre n'étant pas conducteur de l'électricité, ne se trouve pas influencé, tandis que le plomb reçoit la coloration qui lui est destinée. Le dépôt obtenu est à la fois dur et tenace; on a constaté qu'il n'était pas nécessaire d'enduire d'un vernis ou d'une couche de cire la surface qu'il s'agit de colorer. Le fer, l'acier, le cuivre, le plomb, l'argent, etc., se laissent facilement traiter par le procédé en question. Les résultats obtenus sont à la fois uniformes et sûrs; ils demeurent indépendants des influences atmosphériques.

Pour l'obtention du dépôt coloré, un courant de 5 à 6 volts est nécessaire : on emploie des anodes en charbon. La Compagnie américaine précitée vend des bains tout préparés. Actuellement, elle met à la disposition du public des bains de trois espèces différentes : le premier donne un dépôt dur et vert; le deuxième, un dépôt dur d'un bronze sombre avec teinte verte; enfin, le troisième permet d'obtenir une couleur bronzée normale avec teinte verte.

« Quand même, observe le *Mechaniker* en terminant sa communication, une partie seulement des espérances fondées par les inventeurs sur le nouveau procédé viendrait à se réaliser, le fait ne laisserait pas d'offrir un grand intérêt. Naturellement, il faut attendre de nouvelles précisions et preuves pour être fixé sur la question. » — G.

Déshuilage électrolytique de l'eau qui provient de la condensation de la vapeur.

A propos du déshuilage, que l'on peut obtenir au moyen de l'électrolyse, de l'eau formée par la condensation de la vapeur, nous empruntons à la revue *Electrische und Maschinelle Betriebe*, les lignes suivantes :

La vapeur s'échappant d'une machine entraîne avec elle de l'huile de graissage qu'elle détache de la chemise du tiroir et du cylindre, et elle la divise si finement que cette huile se présente, dans l'eau de condensation, non pas sous forme de gouttelettes, mais comme une sorte d'émulsion.

Cette émulsion donne à l'eau une apparence trouble et laiteuse; elle présente cette propriété spéciale d'être très tenace, en sorte que l'huile même après une longue période de repos, ne se sépare pas de l'eau qui la contient.

Or, l'eau provenant de la condensation de la vapeur, en raison de sa pureté chimique qui vaut celle de l'eau distillée, constituerait un liquide précieux pour l'alimentation des chaudières et pour d'autres objets encore, sans la présence de l'huile qui constitue un obstacle sérieux à son utilisation.

Si on emploie de l'eau contenant de l'huile pour alimenter une chaudière à vapeur, l'huile reste dans la chaudière, augmente peu à peu en quantité, lubrifie les parois du récipient et entrave le passage de la chaleur, d'où risques de surchauffe des surfaces de chauffe et les dangers bien connus qui en résultent pour la sécurité de la machine.

La situation devient encore plus grave lorsque, indépendamment de l'eau de condensation, l'on utilise en outre de l'eau dure pour l'alimentation. Alors l'huile forme, avec les corpuscules calcaires éliminés du liquide, une sorte de mastic qui favorise, encore plus que l'huile seule, la surchauffe des parois de la chaudière.

Aussi l'emploi d'une eau huileuse occasionne tant de risques, tant de perturbations dans le fonctionnement, il entraîne tant de réparations aux chaudières à vapeur que l'on ne saurait trop recommander d'éliminer au préalable, de cette eau, l'huile qu'elle peut renfermer.

Cette élimination, il est facile de l'obtenir par le procédé électrolytique qui a fait l'objet du brevet allemand n° 171.277 et qu'exploite la compagnie

Halvor-Breda de Berlin-Charlottenburg (Kantstrasse).

Le procédé en question repose sur la propriété du courant électrique, lancé au travers de l'eau traitée, de détruire les émulsions d'huile et de les transformer en une écume floconneuse qui surnage à la surface, d'où on peut facilement l'éloigner par une opération purement mécanique.

A cet effet, on emploie un récipient en bois qui contient un certain nombre de plaques de fer jouant le rôle d'électrodes. L'eau huilée passe en regard de ces électrodes et le courant électrique traverse les différentes couches liquides, amenant l'huile qu'il rencontre à former des flocons qui surnagent. Ensuite, on fait passer l'eau traitée au travers d'un filtre de gravier qui retient toutes les impuretés; l'eau sortant de ce filtre ne contient plus aucune trace d'huile, elle est claire comme le cristal et elle peut être utilisée avantageusement pour l'alimentation.

Pour rendre l'eau à traiter meilleure conductrice du courant électrique, on lui ajoute un petit pourcentage d'eau dure (eau ordinaire de puits ou eau courante). Les sels de chaux et de magnésie en dissolution dans cette eau dure donnent à la masse liquide la conductance désirable. L'addition en question est si minime qu'elle ne peut influencer fâcheusement l'alimentation.

Il convient d'effectuer le déshuilage tant que l'eau de condensation reste encore chaude : l'opération se réalise alors plus rapidement et à moins de frais.

La consommation de courant — il faut employer du courant continu que l'on peut toujours obtenir, au besoin par conversion — varie, suivant le contenu en huile, entre 0,15 et 0,2 kw par mètre cube d'eau. Par suite, les frais du déshuilage électrolytique, à supposer que l'énergie coûte environ 18,75 centimes le kw-heure et que le contenu en huile ne soit pas trop considérable, reviennent à quelque chose comme 2,5 centimes par mètre cube d'eau — soit une dépense insignifiante au regard des grands avantages que fournit la pureté du liquide.

Les appareils de déshuilage ne nécessitent aucune surveillance spéciale; ils fonctionnent d'une manière parfaitement automatique : il suffit seulement de changer le sens du courant après quelques jours de fonctionnement afin que la boue d'huile adhérente aux électrodes se détache et monte à la surface, où on peut la recueillir. En outre, il faut occasionnellement laver le filtre de gravier, pour en enlever les résidus qu'il a arrêtés. Ces dernières opérations ne nécessitent jamais plus de 10 minutes; elles peuvent être conséquemment exécutées par le conducteur de la machine.

Le procédé ci-dessus, dû à un inventeur anglais, a déjà trouvé des applications étendues en Angleterre. — G.

RADIOTÉLÉGRAPHIE

Inscription graphique des signaux de l'heure émis par la Tour Eiffel. Présentation de quelques graphiques obtenus à 300 km de distance. Possibilité d'enregistrement des télégrammes sans fil.

Dans une communication faite à la Société française de physique, M. Turpain rappelle que le problème de l'enregistrement graphique des télégrammes sans fil fut résolu, au moyen des relais, dès les débuts de la nouvelle télécommunication. Aujourd'hui, grâce aux détecteurs extra-sensibles, tel le détecteur électrolytique préconisé pour la première fois, en 1900, par M. le commandant Ferrié, les sansfilistes se jouent de distances de plusieurs milliers de kilomètres. Mais alors la réception se fait uniquement au téléphone. L'inscription des signaux de la T. S. F. reprend donc un intérêt d'actualité.

M. Turpain est parvenu à enregistrer d'une manière nette, sinon les transmissions, du moins les signaux de l'heure envoyés tous les jours par la Tour Eiffel entre 10 h. 45 et 10 h. 49 du matin. Il présente à la Société trois des graphiques ainsi obtenus par lui au poste de prévision et d'études des orages, installé à Poitiers depuis plusieurs années. C'est en dirigeant le courant d'une pile admis dans une batterie d'électrolytiques, au moment où les ondes frappent l'antenne, dans le microampèremètre enregistreur qu'il présentait l'an dernier à la Société et qui fonctionna à l'exposition de Pâques 1911, que l'auteur a obtenu ces résultats.

Le réglage des électrolytiques est extrêmement délicat, qu'on adopte d'ailleurs à la réception le système à connexions directes de l'antenne ou celui à connexions indirectes. Il faut rendre les électrolytiques identiques à très peu près. Pour une très petite différence de valeur entre deux pointes, l'addition d'une nouvelle pointe dans le circuit n'accroît pas le courant d'enregistrement envoyé dans le microampèremètre enregistreur. Il arrive même, alors, que cette addition d'un électrolytique diminue le courant total.

Les expériences de mesure et d'enregistrement qu'ont nécessité ces premiers essais ont été assez coûteuses en achat d'appareils et en construction de nouveaux dispositifs, tel que le microampèremètre enregistreur. L'auteur remercie publiquement M. le doyen Garbe qui, depuis dix ans, ne cesse de mettre à sa disposition sans compter ses crédits et les ressources de son laboratoire.

En terminant son exposé, M. Turpain tient à rappeler la genèse de ses recherches. C'est en poursuivant depuis 1885 et sans succès encore la solution vraiment pratique de la téléphonie, au sujet de laquelle il exposait naguère, en 1887 à

son maître, M. Pionchon, ses projets d'expériences, qu'il fut amené à répéter, un des premiers en France, les expériences de Hertz. Suivant lui, la solution vraiment pratique du problème du transport de l'image à distance serait dans le succès d'un dispositif qui, d'ailleurs reversible, transformerait les ondes lumineuses en ondes électriques, un peu à la manière dont le téléphone de Bell transforme les ondes sonores en ondes électriques. Cette recherche a conduit l'auteur à imaginer, dès 1894, le résonateur à coupure et la réception des ondes électriques au moyen du téléphone. Expériences qui ont été effectuées à cette époque, à plusieurs reprises, dans les caves de la Faculté des Sciences de Bordeaux en présence de plusieurs de nos confrères, les professeurs Bergonié et Sigalas entre autres, ainsi que du regretté doyen Brunel.

L'auteur est arrivé alors, d'octobre à décembre 1894 (deux ans avant les premiers essais de M. Marconi), à recevoir des ondes électriques rythmées au téléphone, à 25 m de distance et à travers quatre murs de 50 cm d'épaisseur chacun. En 1895, la maladie l'éloigna, pendant environ deux ans, du laboratoire. Il croit avoir été le premier à utiliser les ondes de Hertz pour faire en somme de la télégraphie sans fil, à la vérité à une époque qui, comparée à l'époque actuelle, n'est que la préhistoire de ce nouveau mode de télécommunication.

Il est heureux de pouvoir apporter aujourd'hui à la Société un perfectionnement des plus récents dispositifs de cette télégraphie, ayant enfin réussi à rendre les ondes venues de Paris sympathiques à ses appareils.

Communication radiotélégraphique à partir d'un aéronat.

Nous lisons dans la *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* que M. Frank V. Ekelmann, ingénieur en chef des ateliers allemands d'aérostation « Albatros », est parvenu à recevoir et à transmettre, dans un aéronat, des communications radiotélégraphiques qui franchissaient des distances s'élevant jusqu'à 150 km. M. Ekelmann utilisait encore, dans ses expériences, une batterie d'accumulateurs relativement très lourde, laquelle, par suite, entravait dans une certaine mesure le mouvement du ballon. Pourtant il a réussi avec une pareille installation, au cours d'un vol effectué, voilà quelque temps, à envoyer des signaux à la station radiotélégraphique de Nauen et à recevoir de cette dernière des réponses et cela au travers d'une distance de 88 km. Tout dernièrement, M. Ekelmann a substitué à la lourde batterie primitivement employée un générateur qui fait 3000 tours par minute et qu'il monte sur l'arbre du moteur Renault, de 75 ch, actionnant l'hélice. Il employait comme antenne, au début, un gros fil de cuivre de 100 m de longueur qui se trouvait enroulé sur une bobine et qui se déroulait pendant le vol. Mais un pareil fil occasionnait des oscillations qui réduisaient considérablement la stabilité de l'appareil et qui portaient à leur maximum les efforts réclamés des surfaces portantes, sans compter les risques de voir ce fil s'engager dans les cimes des arbres et provoquer une chute.

Il a remédié à cet inconvénient en formant son antenne de plusieurs longueurs de fil, chacune de 10 mètres, jointes bout à bout par des soudures tendres et pouvant facilement se détacher les unes des autres. En outre, il place aujourd'hui l'antenne à la proue de la machine volante et fixe à son extrémité une balle de plomb qui la maintient verticalement tendue. De cette manière, le mouvement oscillatoire se trouve presque entièrement supprimé. Jusqu'ici on a lancé et reçu des radiotélégrammes, avec le système de M. Ekelmann, à des altitudes de 500-600 m; mais on peut opérer, sans aucun risque, à des hauteurs plus importantes. L'ensemble de l'appareil radiotélégraphique est très stable et d'une construction légère : il ne pèse pas plus de 32 kg. Le télégraphiste reçoit les communications de la station radiotélégraphique terrestre au moyen d'une sorte de téléphone qu'il porte sur la tête et qui est logé dans une casquette en cuir, garnie de caoutchouc. Une commission militaire allemande étudie en ce moment le système de M. Ekelmann. — G.

Nouvelles

L'électrification des lignes de banlieue de l'Ouest-Etat.

Le rapport sur les chemins de fer de l'Etat, déposé dernièrement au Sénat, nous apprend que la dépense totale est évaluée à 139 millions. On électrifierait les lignes de Saint-Lazare à Auteuil, Issy, Versailles, Saint-Germain et Argenteuil.

Les trois tunnels des Batignolles seraient supprimés et l'on ajouterait aux quatre doubles voies

actuelles une cinquième voie, plus trois voies souterraines.

Le matériel roulant, du type métropolitain mais plus grand, serait constitué par des voitures ayant environ 22 m de longueur.

*
* *

Exposition annuelle de la Société française de physique.

Cette toujours intéressante exposition aura lieu cette année, 44, rue de Rennes, dans l'Hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, les 11 avril, à 8 heures du soir, et 12 avril (après-midi et soir).

*
* *

L'annexe de l'Institut électrotechnique de Grenoble.

(*Publication de l'Institut électrotechnique de Grenoble*).

La nécessité de compléter l'instruction de ses élèves dans le domaine de la pratique, par des travaux tout à fait analogues à ceux qu'entraîne l'exploitation d'une usine, a amené l'Institut électrotechnique à la conception de la véritable usine d'application qu'est aujourd'hui l'annexe Diderot.

Cette annexe comprend trois parties principales :

1° Une station génératrice thermique, avec quatre machines à vapeur de 100 à 150 ch et six alternateurs;

2° Une installation hydraulique, sur le canal Fontenay, avec deux turbines verticales de 100 ch;

3° Une installation électro-métallurgique d'essais et d'enseignement, comportant notamment : une salle de transformation et de couplage, une salle pour four industriel de 200 ch, une grande salle centrale pour les jours d'études.

Cette simple énumération montre que l'Institut de Grenoble a su réaliser une véritable usine, à multiples services, qui donnera aux élèves l'entraînement pratique leur permettant, qualité pour eux essentielle, d'être immédiatement utilisables dans l'industrie, à la fin de leurs études.

*
* *

La nouvelle turbine Tesla.

La nouvelle turbine imaginée par M. Tesla se distingue entièrement de toutes celles conçues jusqu'ici en ce que les ailettes y sont complètement supprimées, l'entraînement du rotor se faisant, uniquement, par l'effet du frottement de la vapeur sur les disques constituant ce rotor.

Une turbine de 45 cm de diamètre essayée par la New-York Edison Company, avec de la vapeur à 9 atmosphères, a pu fournir une puissance de 200 ch en tournant à 9000 tours par minute; cette turbine pesait 185 kg approximativement; elle occupait un emplacement de 50 × 85 cm.

*
* *

La radiotélégraphie dans les Indes anglaises.

Le gouvernement des Indes se préoccupait depuis plusieurs années de la création d'un système de stations radiotélégraphiques pour relier entre elles les principales villes et les principaux postes militaires des Indes.

Une première étape dans la réalisation de ce projet a été marquée au début de l'année courante par la commande de quatre stations reliant Sunla, Delhi, Allahabad et Calcutta et il est probable que ces premières installations seront bientôt suivies de beaucoup d'autres, notamment dans la partie nord-ouest où il est très difficile de maintenir des lignes de télégraphie, malgré leur importance stratégique, par suite de la nature montagneuse du pays et de l'état d'insubordination des populations.

*
* *

Les progrès du système métrique.

Le système métrique progresse lentement, mais d'une façon continue. Depuis le 1er janvier 1912, il est devenu obligatoire dans les cinq Républiques centre-américaines et en Grèce. Dans ce dernier pays, il était déjà légal depuis 1836. L'emploi du système métrique deviendra obligatoire en Bosnie-Herzégovine à partir du 1er septembre 1912.

En somme, le système si pratique institué par la Convention, ne trouve plus d'opposants sérieux que dans les pays de langue anglaise. Encore bien des indices permettent-ils de croire que ce bloc ne tardera pas lui-même à être entamé.

*
* *

Une usine de 1 million de chevaux-vapeur.

Le record des usines hydro-électriques semblait devoir être détenu par l'usine de Keokuk, construite aux États-Unis, sur le Mississipi. Cet établissement a exigé la construction d'une immense digue barrant tout le cours du fleuve. Il n'est pas encore achevé qu'il semble déjà devoir être détrôné. On annonce, en effet, de Montréal, qu'il vient de se former au Canada une puissante société dont l'objectif est de construire une usine hydro-électrique d'une puissance totale dépassant un million de chevaux-vapeur.

Elle utiliserait les rapides du Saint-Laurent, non loin d'Ottawa.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Nouveaux transformateurs d'essais à très haute tension.

L'emploi des tensions de plus en plus élevées a conduit les ingénieurs, particulièrement les ingénieurs américains, à entreprendre l'étude approfondie des phénomènes auxquels donnent

Fig. 101.

lieu les très hautes tensions; il est désirable que cette étude puisse être faite avec des puissances assez importantes, de façon que leurs conclusions se rapprochent des observations que l'on peut faire dans la pratique industrielle.

Les progrès réalisés dans cette voie ont été extrêmement rapides; en 1907, on pouvait encore signaler comme exceptionnels les transformateurs d'essai à 300 000 volts construits par la General Electric Company et qui correspondaient à une puissance de 300 kva (1). L'année suivante, les établissements Siemens-Schuckert (2) décrivaient une installation d'essai pourvue d'un transformateur de 400 000 volts; un an après, c'était la Compagnie générale d'électricité de Berlin (3) qui mentionnait un transformateur à 500 000 volts; puis on est allé à 650 000 (4) et, enfin, la General Electric Company des Etats-Unis vient d'établir deux transformateurs à 750 000 volts, qu'elle destine notamment à des recherches scientifiques sur les décharges silencieuses dans l'air qui se produisent sur les installations à haute tension et à l'étude des conditions de fonctionnement des transformateurs, interrupteurs, isolateurs, etc.

Ces transformateurs étaient du type à circuit magnétique simple, à bain d'huile, avec enroulement primaire composé d'une couche de cuivre bobinée directement sur le noyau; l'enroulement secondaire comportait 50 bobines distinctes enroulées séparément et comprenant en tout 16 000 spires; l'isolement entre les couches était établi pour résister à une tension permanente de 10 000 volts.

Pour isoler les conducteurs de sortie, l'on se servait de cylindres creux remplis d'huile, capables de supporter une tension permanente de 500 000 volts.

Les caractéristiques de ces transformateurs étaient les suivantes :

Fréquence.	50 périodes.
Puissance normale. . . .	300 kw.
Tension primaire.	2300-4600 volts.
Courant primaire.	65 ampères.

(1) *General Electric Company, Extra high tension transformres (Electrician*, vol. LIX, 1907, p. 951, *Electrician*, 30 novembre 1907, p. 337.)

(2) Lichtenstein, *Die Hochspannungs-Prüfanlagen der Kabelfabrik der Siemens-Schuckertwerke, Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, 1908, p. 208 (*Electricien*, 5 novembre 1910, p. 301).

(3) Stern, *500 000 volt Transformator der AEG. Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, 1909, p. 235 (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1909, p. 230.)

(4) *650 000 volt Transformator, Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen*, 1911 (*Industrie électrique*, 10 août 1911, p. 346.)

Tension secondaire. . . .	300 000 volts.
Courant secondaire. . . .	1 ampère.
Rendement à pleine charge.	94.4 0/0.

Les deux nouveaux appareils, de construction identique, sont également à bain d'huile et du type à noyau simple vertical; ils sont établis pour une puissance de 500 kw (fig. 101).

L'enroulement à basse tension se compose de longues bobines cylindriques placées sur le noyau, sur chaque branche.

Elles sont montées directement sur des supports métalliques avec lesquels elles sont reliées électriquement et qui servent d'écrans contre l'induction électrostatique.

Ces supports mêmes sont montés sur de gros isolateurs de porcelaine fixés à la carcasse du transformateur.

L'enroulement à haute tension est formé de bobines plates, circulaires, comprenant un tour de fil par couche.

L'isolement entre l'enroulement à haute tension et celui à basse tension est assuré par des cylindres en carton comprimé; ces cylindres divisent l'intervalle, existant entre les deux parties, en compartiments facilitant la circulation de l'huile et augmentant la rigidité diélectrique du système.

L'isolement entre les deux groupes de bobines à haute tension consiste en un certain nombre de cloisons plates en carton comprimé entre lesquelles peut également circuler l'huile.

Le matériel isolant employé est spécialement traité pour présenter le maximum de résistance et le minimum de capacité spécifique.

Le récipient est en fer forgé épais, à joints rivés; il est muni de pieds très robustes, en fonte; le couvercle est également en fonte moulée.

Les extrémités des enroulements, tant à basse qu'à haute tension, sont amenées à l'extérieur à travers le couvercle; les connexions sont formées de câbles flexibles; celles à basse tension passent dans des garnitures de porcelaine; pour celles à haute tension, il est fait usage de traversées du type à isolement gradué consistant en cylindres isolants remplis d'un mélange isolant semi-visqueux; la surface extérieure de décharge est augmentée par des colliers montés entre les sections annulaires.

Voici les dimensions et poids approximatifs des appareils :

Dimensions.		
Encombrement sur le sol.	2,77	m.
Hauteur, jusqu'au sommet du couvercle.	4 73	
Hauteur totale, en comprenant les bobines de self induction protectrices et les deux déchargeurs.	8,54	
Poids approximatifs.		
Poids du noyau.	5 970	kg.
Poids du cuivre.	499 4	
Poids de la cuve et du couvercle.	6 356	
Poids total sans huile.	12 825,5	
Huile, poids.	22 881,6	
Quantité.	31 800	litres

H. Marchand.

Les arrêts de fonctionnement des usines génératrices d'énergie électrique.

Nous avons reproduit récemment le texte d'une conférence, faite sur cet intéressant sujet par M. Ed. Brandenburg à la Société belge d'Électriciens (1).

Dans la discussion qui a suivi cette communication, M. Brandenburg a été amené à apporter certaines modifications au dispositif principal qu'il avait décrit (fig. 78, page 135, de l'*Électricien* du 2 mars 1912).

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1105, 2 mars 1912, page 132 et n° 1106, 9 mars 1912, page 148.

L'examen de la figure 78 permet de se rendre compte comment l'emploi de commutateurs, spécialement installés à cet effet, permet de mettre en service le groupe générateur de réserve, afin de pouvoir effectuer les réparations de l'un des autres groupes que comporte l'installation.

Toutefois, il faut nécessairement attendre l'arrêt du service de l'usine pour pouvoir procéder aux opérations nécessaires. Cela suppose donc que la capacité de surcharge des groupes restant en service est suffisante pour permettre la reprise du service normal aussitôt la réparation faite, c'est-

à-dire après élimination de la cause du dérangement et la fermeture des interrupteurs de sectionnement.

Tel n'est pas toujours le cas, car dans nombre d'usines génératrices la tension est maintenue en permanence sur les barres. Il faut alors, comme le montre la figure 102, installer des barres spéciales permettant de relier, directement et sans attendre, le groupe générateur de réserve à la place du groupe momentanément hors de service.

La mise en service de l'unité de réserve 4 I sur l'une quelconque des autres sections 4 A, 4 B, 4 C ou 4 D s'effectue au moyen des mêmes appareils que ceux qui sont utilisés par le groupe alimentant normalement la section en dérangement.

Les contacts de verrouillage, commandant l'ouverture de l'interruptenr de sectionnement voisin, sont montés en parallèle afin que l'ouverture de cet interrupteur puisse se produire, quelle que soit l'unité qui alimente la section.

Ce dispositif exige, il est vrai, de doubler le interrupteurs à huile des feeders, mais il permet d'utiliser le groupe de réserve pour la mise sous tension graduelle des feeders qui viennent d'être réparés.

Après avoir établi le synchronisme du groupe de réserve avec l'unité en service normal, on peut, par la manœuvre des deux interrupteurs, relier les feeders à l'une ou à l'autre des barres.

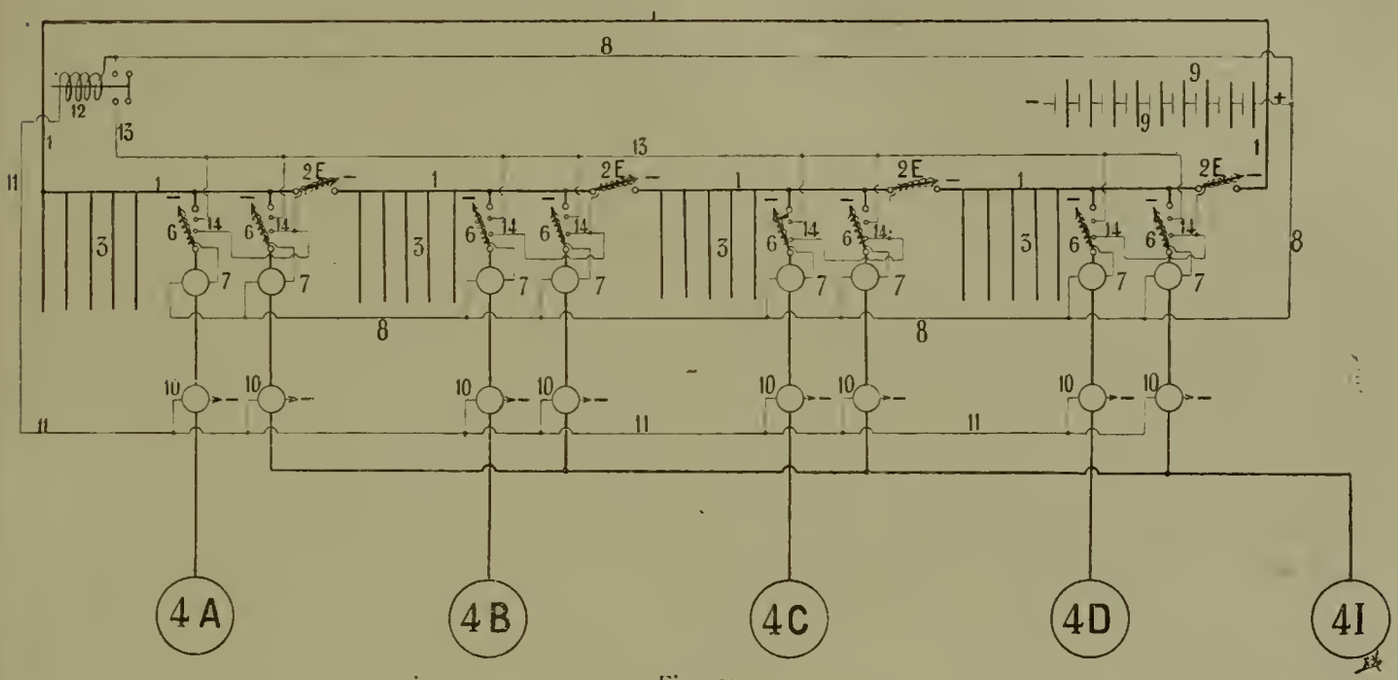


Fig. 102

LÉGENDE

(1) Barres générales.
(2 E) Interrupteurs de sectionnement.
(3) Feeders.
(4) Point de raccordement des alternateurs.
(6) Interrupteur à déclanchement automatique.
(7) Relais commandant l'interrupteur à déclenchement automatique.
(8) Ligne générale.
(9) Batterie auxiliaire.
(10) Relais à maximum.
(11) Ligne alimentant les relais.
(12) Interrupteur auxiliaire à commande électrique.
(13) Ligne alimentant les circuits de déclenchement des interrupteurs de sectionnement.
(14) Contact verouilleur.

Electrodes en graphite artificiel Acheson.

Le graphite artificiel présente une très notable supériorité sur le graphite naturel pour la fabrication des électrodes utilisées dans les applications de l'énergie électrique, telles que l'électrométallurgie et l'électrochimie.

Électrodes pour l'électrométallurgie. — Les

électrodes en graphite artificiel Acheson sont obtenues au four électrique en y traitant des pièces en charbon amorphe, préalablement façonnées à la forme voulue. La température à laquelle sont soumises ces pièces dans le four électrique est suffisamment élevée pour que tous les éléments autres que le carbone soient complètement volatilisés. Après ce traitement, les pièces, tout en conservant leur forme originale, sont transformées en graphite pur.

Par cette méthode, on peut fabriquer des tiges, des plaques, des tubes et des objets de formes diverses, en agglomérant le charbon ordinaire pulvérisé avec du brai ou du goudron. La cuisson au four électrique a pour effet de carboniser d'abord l'agglomérant et puis de transformer la masse entière agglomérant et aggloméré en graphite pur.

Les électrodes ainsi fabriquées sont d'un emploi économique; de plus, elles possèdent une grande conductivité électrique, résistent parfaitement à l'oxydation, peuvent être facilement travaillées et sont beaucoup moins cassantes que celles en charbon amorphe.

Dans la fabrication au four électrique des différents carbures, dans le traitement électrique des minerais de fer, de nickel, de zinc et autres métaux, dans la fabrication du silicium et des alliages de fer, dans l'affinage de l'acier, etc., l'emploi des électrodes en graphite pur permet de réaliser de notables économies.

Au point de vue de leur conductivité électrique, les électrodes en graphite pur sont bien supérieures à celles en charbon amorphe; en effet, la conductivité de ces dernières est environ quatre fois plus faible.

Les résistivités respectives par centimètre cube sont les suivantes :

Graphite Acheson. . .	0,000813 ohm.
Charbon amorphe. . .	0,003150 ohm.

La différence entre les températures d'oxydation à l'air du graphite (640°) et du charbon amorphe (500°) est notable. Elle peut, dans certaines applications, exercer une influence importante sur les résultats obtenus. Alors même que la température développée au cours de la réaction serait considérablement plus élevée que le point d'oxydation du graphite, les agents oxydants, quels qu'ils soient, se porteront de préférence sur l'électrode en charbon amorphe qui est plus facilement oxydable, ainsi qu'il résulte d'un mémoire de M. C. L. Collins, présenté en 1902 à la Société américaine d'Electrochimie. Ce mémoire renferme diverses données ainsi qu'un rapport sur des essais comparatifs des deux types d'électrodes en service industriel pratique.

Dans un essai comparatif fait avec les deux types d'électrodes, on s'est attaché à obtenir l'identité des conditions de marche, sauf en ce qui concerne la section respective des deux modèles d'électrodes.

La matière à traiter, en vue d'une réduction, était mélangée avec du charbon amorphe facilement oxydable. Les électrodes pénétraient dans le mélange et étaient soumises à l'action oxydante provenant de la réduction et étaient, en même temps, exposées à l'action oxydante de l'air dans la partie située au dessus de la matière en traitement. Dans tous les essais, l'intensité du courant était la même. La section transversale des électrodes en graphite était la moitié seulement de celles en charbon amorphe.

Avec une densité de courant supérieure à 18,6 ampères par centimètre carré de section, les électrodes en graphite ne présentaient pas de dégagement notable de chaleur, tandis que les électrodes en charbon amorphe avaient leur température élevée au rouge avec une densité de courant moitié plus faible.

La durée des électrodes en graphite a été, en moyenne, le triple de la durée des autres et, comme leur section était moitié plus petite, on voit que le rendement, à égalité de poids, est six fois celui des électrodes en charbon amorphe.

Les causes de ce fait sont faciles à expliquer parce que, la température à laquelle se produit l'oxydation du graphite étant plus élevée, l'oxygène dégagé par le minerai a une affinité plus grande pour le charbon, servant de réducteur, qui est mélangé au minerai. D'autre part, l'électrode en graphite ayant une conductivité plus élevée et sa section étant réduite de moitié, la surface exposée à l'action chimique est réduite dans la même proportion avec réduction correspondante de la quantité de matière consumée. Enfin, la rapidité d'oxydation de la partie d'électrode située au dessus du mélange, c'est-à-dire l'endroit où l'électrode est chauffée au rouge et, par conséquent, rapidement brûlée par l'air, est fortement réduite dans le cas du graphite.

L'une des propriétés caractéristiques les plus importantes des électrodes en graphite, au point de vue de la pratique de l'électrométallurgie, est la facilité avec laquelle on peut les travailler ou les façonner, ce qui permet d'éviter entièrement les pertes résultant de bouts de rebut, si fréquentes lorsqu'on utilise des charbons amorphes.

Le procédé d'assemblage, par joints unis ou filetés, convient parfaitement aux électrodes en

graphite, car on peut y fileter des pas de vis, y percer et y tarauder des trous, les scier, les raboter comme on le désire, en faisant emploi d'outils ordinaires à travailler le bois. Les électrodes ne contenant que du graphite pur dans toute leur masse, l'outil, quel qu'il soit, rabot, ciseau, scie, forêt, etc., ne trouve aucun obstacle; quant aux pas de vis, on les obtient facilement avec les coussinets à fileter ordinaires ou bien au tour. Les électrodes filetées présentent, on le sait, des avantages incontestables pour les fours à alimentation continue.

La casse, les fêlures dues à des variations subites de température ne se produisent pas dans les électrodes en graphite, parce que, au cours de leur fabrication, elles sont soumises à une température beaucoup plus élevée que celle à laquelle elles peuvent être portées dans les fours électriques qui les utilisent. Le refroidissement des électrodes sortant du four où elles sont fabriquées est conduit de manière à leur faire subir un recuit qui les met à l'abri des ruptures causées par les variations brusques de température.

Électrodes pour bains d'électrolyse. — En raison de leur grande pureté, de leur résistance à l'oxydation, à l'effritement et à l'usure, de leur faible porosité, de leur densité supérieure à celle des charbons amorphes, de leur grande conductivité électrique, les électrodes en graphite Acheson peuvent remplacer avantageusement les électrodes en charbon aussi bien que celles en différents métaux dans une foule d'opérations électrolytiques.

Au nombre de ces opérations, on peut mentionner la production électrolytique du chlore et des alcalis caustiques, la chloruration des minerais aurifères, la production des hypochlorites, l'électrolyse du cuivre, du nickel et du zinc.

Afin d'utiliser la surface entière de l'électrode, les conducteurs qui la relient au circuit sont des tiges également en graphite qui servent également de supports.

Il est souvent plus économique, plus pratique et plus commode, lorsqu'on a besoin d'une grande surface d'électrode, d'accoler par leurs bords deux ou plusieurs plaques de graphite ou encore d'employer un certain nombre de tiges rondes en graphite vissées dans des traverses également en graphite.

Les excellents résultats obtenus avec des électrodes en graphite dans la fabrication des chlorates a permis de réaliser une notable économie en les substituant aux électrodes en platine iridié primitivement employées. On a obtenu aussi d'excellents résultats dans les bains de cyanure pour l'obtention de l'or.

Les électrodes en graphite ont remplacé avec avantage le fer comme anode et le plomb comme cathode dans nombre d'opérations industrielles.

J.-A. M.

L'Isolation en électrotechnique.

L'énergie électrique est une marchandise dont la production est généralement assez coûteuse, ou, si on préfère, dont l'achat est assez onéreux pour qu'il soit intéressant d'en gaspiller le moins possible. De même qu'on cherche à limiter au strict indispensable les pertes par échauffement des conducteurs, celles dues à l'hystérésis, aux courants de Foucault, toutes inséparables du fonctionnement du matériel et en quelque sorte intrinsèques, de même on doit s'attacher à réduire les fuites d'énergie qui pourraient se produire du fait d'une isolation insuffisante, à la faveur de laquelle une portion de cette énergie s'écoulerait ailleurs que dans les appareils d'utilisation : lampes, moteurs, etc.

Cette condition s'accorde avec une autre de bien plus haute importance : la sécurité des personnes et du matériel. Aux yeux de beaucoup de gens insuffisamment avertis, les « terres » et « courts-circuits » résument et synthétisent encore l'électricité. Il est vrai, qu'on trouve une de ces deux explications à l'origine de la plupart des accidents de l'électricité; mais hâtons-nous de dire que c'est le plus souvent là le fait d'installations mal établies et mal surveillées dans lesquelles, par ignorance, négligence ou fausse économie, on n'a pas observé les règles élémentaires qui en auraient préservé.

Suivant un mot éloquent, ce n'est qu'en se pliant à ses lois que l'homme dompte et asservit la matière. Il suffit de regarder autour de soi pour constater abondamment la vérité de cet aphorisme. Qu'est-ce, par exemple, que la résistance des matériaux, sinon le groupement méthodique

des règles suivant lesquelles il faut dimensionner les pièces de construction de façon que la matière n'y soit pas soumise à des efforts excessifs capables, non de la rompre, mais seulement d'y apporter ces déformations permanentes qui précèdent encore de loin les ruptures. Et là, comme en électricité, il arrive que des erreurs se commettent, que des limites sont dépassées et alors des accidents, qui souvent sont des catastrophes, se produisent. Les matériaux de l'électrotechnique doivent, tout comme les autres, être choisis et dimensionnés en vue non seulement des actions mécaniques, mais aussi des actions électriques qu'ils auront à supporter.

Et toujours, comme en mécanique, parce que les matières que prépare l'industrie, quels que minutieux que soient les soins de fabrication, ne peuvent avoir la perfection et la constance de propriétés désirables, il est nécessaire de redoubler de vigilance et d'adopter de larges coefficients de sécurité qui, dans la mesure des prévisions humaines, tiennent compte de tout aléa.

Cela est d'autant plus nécessaire qu'avec la concurrence moderne, tandis que les prix des matières premières, y compris la main-d'œuvre, ont généralement augmenté, les prix du matériel se sont beaucoup abaissés: certes beaucoup parce que les procédés de fabrication se sont beaucoup améliorés et qu'on sait aujourd'hui mieux utiliser la matière, mais beaucoup aussi parce que, sous couleur de plus parfaite utilisation, on en tire la quintessence et qu'en tout on se rapproche le plus possible des limites de sécurité.

On conçoit d'autant mieux que la durée du matériel sera en rapport avec les précautions apportées dans le choix de ces coefficients de sécurité. Ce sera en définitive aller à l'économie bien entendue et, par surcroît, affermir la confiance dans la parfaite sécurité d'emploi de cet agent si souple et si commode qu'est l'électricité.

Les premiers savants qui expérimentèrent sur l'électricité s'aperçurent vite que les corps ne conservaient leur état électrique qu'à la condition d'être soigneusement tenus à distance des autres corps avoisinants. On se servait pour isoler les corps électrisés de matières reconnues mauvaises conductrices de l'électricité, telles que le verre, la résine, la paraffine, la soie, etc. Parmi les très bons isolants on peut ranger l'air sec, propriété précieuse sans laquelle nous n'aurions probablement jamais connu de phénomènes électriques car, conducteur, l'air déchargerait immédiatement les corps électrisés, ce qui eût rendu impossible les premières découvertes et observations. Heureusement pour notre industrie, la nature en a autrement décidé.

On remarqua aussi très vite que les corps isolants sont isolants à des degrés très divers; que les corps mauvais conducteurs de l'électricité sont aussi mauvais conducteurs de la chaleur; que si on range les corps dans l'ordre de leur conductibilité, ou de leur non conductibilité, thermique, puis qu'on fasse une classification analogue au point de vue électrique, on les retrouve classés à peu près de même dans les deux listes.

Pendant assez longtemps, on vécut sur ces faits, et on peut dire que la connaissance suffisamment exacte de la manière dont se comportent les isolants électriques, mieux nommés diélectriques, est une acquisition assez récente.

Primitivement, on expliquait les actions des corps électrisés à l'aide de l'hypothèse des deux fluides agissant à distance à la manière de forces centrales, hypothèse imitée des lois de la gravitation alors fort à la mode dans les sciences. Une observation plus attentive, une expérimentation plus précise et plus complète ont conduit à substituer à cette hypothèse le principe, tout au moins plus rationnel, des actions se produisant de proche en proche par l'intervention des divers éléments du milieu intermédiaire.

Sorti, pour une bonne part, des travaux de Faraday et de Maxwell, ce principe des actions de proche en proche doit être considéré comme un postulatum tiré de l'observation des faits, vrai dans son absolu, au même titre que le principe de l'inertie ou le principe de l'égalité de l'action et de la réaction. Dans les idées de ces deux savants, il y avait encore autre chose qui était purement hypothétique : c'était la théorie de la déformation élastique des milieux diélectriques; Faraday et Maxwell admettaient que de ces déformations, dues à l'état de champ électrique, naissaient des tensions et des pressions grâce auxquelles ils parvenaient à expliquer les divers phénomènes électriques et même à en annoncer d'encore inconnus et que l'avenir devait vérifier. C'est dans Faraday qu'on trouve l'origine de ces idées, mais ce fut Maxwell qui les exprima en langage mathématique et en tira sa magistrale théorie de l'électromagnétisme de la lumière.

Certains faits semblent appuyer l'hypothèse de Maxwell. Par exemple, le phénomène de Duter : si on place un corps non conducteur, une lame de verre, perpendiculairement au champ, et si on en mesure avec précision la longueur, on constate que par l'action du champ, cette longueur augmente dans la direction perpendiculaire au champ.

Assurément, cette augmentation est très petite, et il faut des mesures très précises pour la déceler avec une certitude qui ne laisse pas place à la critique. Mais enfin, si faible que soit cette variation de longueur, elle existe.

Par exemple encore, le phénomène de Kerr : si on place des liquides isolants dans un champ électrique, ils acquièrent les propriétés optiques de certains cristaux et deviennent bi-réfringents.

Quoi qu'il en soit, sous ce rapport, la théorie de Maxwell n'est qu'une pure hypothèse, hypothèse admirable par la manière dont il l'a traitée, grandiose par toutes les prévisions qu'il en a tirées et que sont venues si brillamment vérifier les expériences de Herz. Mais si féconde que soit une hypothèse, elle n'est dans la science qu'un passager instrument de travail, qu'une manière de langage propre à condenser en formule les résultats acquis et à devenir une matière à déductions nouvelles qu'il appartient ensuite à l'expérience de contrôler. Utiles au premier chef dans ce sens, les hypothèses ne sont pas autrement indispensables; et, les abandonnant à la haute science, on peut se contenter de l'étude approfondie des lois directement fondées sur l'expérience.

De ce que nous avons dit, le fait expérimental à retenir, c'est qu'un milieu électrisé, un isolant ou diélectrique, suivant un processus inconnu, est le siège de certains efforts intérieurs; il s'y produit une certaine dissymétrie, une modification d'équilibre de ses particules élémentaires; loin de n'opposer au flux électrique qu'une barrière inerte, il réagit d'une certaine façon. Cet état particulier provoqué dans les diélectriques par le voisinage d'un corps électrisé, est ce qu'on a appelé l'état de champ électrique.

Si dans un tel champ électrique on vient à introduire un autre corps électrisé, une force prendra naissance qui agira sur la matière de ce dernier corps et produira, suivant qu'il est ou non libre de se mouvoir, une pression ou un déplacement.

L'intensité du champ est proportionnelle à la quantité d'électricité Q qui lui donne naissance. Si on double, triple cette quantité, l'intensité du champ double, triple. On se rend facilement compte que le champ a une intensité et une direction variables en chaque point.

Supposons, par exemple, un champ électrique créé par une petite sphère chargée d'électricité positive suspendue dans l'air et tenue éloignée de tout autre corps. Par raison de symétrie, le champ est alors le même dans toutes les directions autour du centre; autrement dit, l'action de la sphère électrisée se fait sentir également dans toutes les directions autour du centre : il n'y a aucune direction privilégiée. On peut imaginer l'espace autour de la sphère électrisée découpé par une série de sphères concentriques dont les diamètres aillent en croissant régulièrement. La sphère électrisée agissant sur des surfaces de plus en plus grandes, on voit que chaque petit élément pris sur ces surfaces est le siège d'une action de plus en plus faible, d'autant plus faible qu'il appartient à une sphère de plus grand rayon. La surface d'une sphère étant proportionnelle au carré de son rayon, on comprend ainsi que l'intensité du champ en chaque point est en raison inverse du carré de la distance de ce point au corps électrisé.

Le champ électrique est donc très intense au voisinage des conducteurs électrisés et, en raison de cette loi d'inverse du carré de la distance, il devient assez rapidement négligeable pour des points suffisamment éloignés.

Bien entendu le champ a en chaque point la direction de la force qu'il exercerait sur une petite masse électrique qu'on y placerait.

On doit s'attendre, d'après ce que nous avons dit précédemment, à ce que l'intensité du champ varie avec la nature du diélectrique. Par exemple, une même quantité d'électricité Q produira des champs différents selon qu'elle est entourée d'air, d'eau, de résine ou de tout autre diélectrique. Or il y a un coefficient désigné par la lettre K, qui s'appelle le pouvoir inducteur spécifique ou la capacité inductive spécifique, dont nous parlerons plus loin, qui caractérise chaque diélectrique. Le champ électrique est proportionnel à l'inverse de ce coefficient.

En sorte que si Q est la quantité d'électricité qui produit le champ, l'intensité de ce champ à une distance R sera :

$$H = \frac{1}{K} \frac{Q}{R^2}.$$

Cette loi expérimentale est générale et si plusieurs masses électriques concourent à la production du champ, chacune d'elles agit pour son propre compte indépendamment des autres et on obtient le champ résultant total en composant deux à deux successivement les champs individuels par la règle du parallélogramme absolument à la manière des forces en mécanique.

(*A suivre.*)

Manuel du Praticien.

De nombreux abonnés de L'ÉLECTRICIEN *ont manifesté le désir de voir quelques pages de notre Revue consacrées à des indications pratiques destinées à leur faciliter le montage, la conduite et l'entretien des installations électriques.*

Déférant à ce désir très légitime, la Rédaction publiera, sous la nouvelle rubrique de MANUEL DU PRATICIEN *et dans un langage accessible à tous, tous renseignements utiles qu'elle pourra recueillir.*

Nous commençons cette série de notes par une étude très complète des dérangements qui peuvent affecter les machines électriques, en ayant soin d'indiquer leurs causes ainsi que la manière de déterminer et de réparer ces dérangements.

Les causes de dérangement des machines électriques. Leur recherche et leur réparation.

Les dérangements qui peuvent se produire dans une machine électrique sont dus à plusieurs causes principales, que l'on peut classer de la manière suivante :

1° Défauts de construction,
2° Usure,
3° Mauvais entretien,
4° Fausse manœuvre,
5° Surcharge.

Il est à peu près impossible de prévoir tous les cas particuliers qui peuvent se présenter, car il faudrait tenir compte des conditions de fonctionnement spéciales à chaque installation. Toutefois, un examen minutieux des divers organes d'une machine et des essais méthodiques peuvent permettre de localiser et de réparer rapidement les dérangements et avaries qui viendraient à se produire.

La moindre négligence, un conducteur mal attaché ou un écrou desserré, par exemple, peut entraîner des accidents parfois graves. D'autres causes, également simples, mais quelquefois difficiles à reconnaître, suffisent pour amener l'interruption de service de toute une installation.

L'électricien, chargé de la conduite d'une installation, peut remédier immédiatement à la plupart des dérangements qui peuvent se produire, à la condition, toutefois, qu'il possède quelques connaissances élémentaires lui permettant de procéder méthodiquement à la recherche du défaut à l'aide d'une série de règles claires et précises. L'établissement de règles, indiquant la marche à suivre pour trouver la cause d'un dérangement est relativement facile, étant donné le petit nombre d'organes qui constituent une machine électrique ainsi que sa simplicité au point de vue mécanique.

I

DYNAMOS GÉNÉRATRICES A COURANT CONTINU

La dynamo ne produit pas de courant lorsqu'elle est mise en marche.

Ce dérangement peut être dû à plusieurs causes qui sont les suivantes :

A] Magnétisme rémanent trop faible ou disparu,
B] Contacts défectueux,
C] Court-circuit ou mauvais isolement dans les organes de la dynamo ou dans le circuit extérieur,
D] Circuit ouvert dans les organes de la dynamo ou dans le circuit extérieur,
E] Inversion des bobines inductrices.

Dans certains cas, qui seront signalés plus loin, la dynamo produit du courant, mais à une tension inférieure à la tension normale.

A] MAGNÉTISME RÉMANENT TROP FAIBLE OU DISPARU.

En excitant la dynamo avec une source de courant étrangère, la dynamo donne le courant à la tension normale.

On peut également constater ce dérangement à l'aide d'un morceau de fer que l'on approche des pièces polaires; dans ce cas, le morceau de fer est peu ou point attiré.

Les causes de ce dérangement peuvent être dues :

1° à une circulation du courant dans les bobines inductrices en sens inverse du sens normal;

2° à une décharge accidentelle d'une batterie d'accumulateurs;

3° à des connexions inversées;

4° à l'action du magnétisme terrestre ou d'une autre dynamo voisine.

Pour remédier à ce dérangement, il faut amorcer la dynamo à l'aide d'un courant emprunté soit à une autre dynamo, soit à une batterie d'accumulateurs, soit même à une batterie de piles. On fait passer le courant dans un certain sens dans les bobines inductrices de la dynamo défectueuse.

L'opération terminée, si on constate que le courant produit par la dynamo a sa polarité inversée, on fait passer de nouveau le courant dans les bobines inductrices, mais alors en sens contraire de la première.

Si la dynamo est excitée en série, il suffit de la mettre en marche et, lorsqu'elle a atteint sa vitesse normale, on la met en court-circuit en reliant ses deux bornes par un fil de cuivre dans lequel on a intercalé un coupe-circuit fusible. La dynamo doit alors s'amorcer rapidement, ce que l'on constate immédiatement par la fusion du coupe-circuit.

Lorsque la dynamo est excitée en dérivation, on ne peut utiliser le même procédé, car la mise en court-circuit des bornes ou des conducteurs extérieurs ne produirait pas d'excitation. Dans ce cas, on fait tourner la machine à une vitesse angulaire dépassant la vitesse normale. Un procédé plus rationnel consiste, après avoir soulevé les balais, à exciter séparément la dynamo à l'aide d'un courant emprunté à une source extérieure. On laisse passer le courant pendant quelques instants et on n'applique de nouveau les balais sur le collecteur qu'après avoir supprimé le courant venant de l'extérieu

B] Contacts défectueux.

Lorsqu'une dynamo ne produit pas de courant, c'est-à-dire que la tension aux bornes est nulle, la première vérification à faire pour relever ce dérangement consiste à vérifier soigneusement toutes les connexions de l'induit et des inducteurs de la dynamo ainsi que celles des conducteurs la reliant au tableau de distribution.

Cette vérification comporte d'abord le nettoyage au papier de verre de tous les contacts; puis, il faut resserrer toutes les vis, bornes, etc., après avoir décapé parfaitement les extrémités des conducteurs qui y sont fixés.

Lorsque ce dérangement est dû à un contact défectueux et variable dans les connexions des différentes bobines des inducteurs, on peut le reconnaître en approchant un morceau de fer des pièces polaires, mais sans les toucher. Lorsque les contacts sont en bon état, le morceau de fer est attiré d'une façon uniforme par chacune des pièces polaires. Au contraire, s'il existe des contacts défectueux ou même intermittents, l'attraction exercée sur le fer varie constamment d'intensité, ce qu'il est facile de constater par les secousses ou saccades que l'on éprouve dans la main qui tient la pièce de fer.

C] Court-circuit ou mauvais isolement dans les organes de la dynamo ou dans le circuit extérieur.

La dynamo ne produisant pas de courant, une fois la vérification de tous les contacts étant soigneusemen faite, on excite la machine par un courant de source indépendante. Si le dérangement persiste, il peut provenir d'un court-circuit ou d'un mauvais isolement dans les organes de la dynamo ou dans le circuit extérieur.

Dans les dynamos shunt, ce dérangement est caractérisé par une aimantation faible, mais encore appréciable, des pièces polaires.

On doit d'abord rechercher si le court-circuit ou le défaut d'isolement se trouve dans la dynamo ou dans le circuit extérieur. Pour cela, on détache les conducteurs des bornes de la dynamo et on intercale une lampe à incandescence entre les deux bornes. Si le défaut se trouve dans les organes de la machine, la lampe ne fonctionne pas: au contraire, si elle fonctionne régulièrement, le dérangement doit être recherché dans le circuit extérieur.

Dans le premier cas, court-circuit ou mauvais isolement de la machine, on détache les conducteurs du circuit extérieur et l'on procède à la recherche du dérangement qui peut provenir des causes suivantes :

a). Mauvais isolement des bornes de la dynamo. — Pour vérifier l'isolement des bornes, on prend une pile composée de trois ou quatre éléments Leclanché montés en série. Un des pôles de la pile est mis à la terre et l'autre est relié à une des bornes d'un galvanomètre. Un fil d'essai est fixé à l'autre borne du galvanomètre. En mettant ce fil d'essai successivement en communication avec chacune des bornes de la dynamo, si l'isolement est bon, l'aiguille du galvanomètre ne doit pas dévier.

On vérifie de même l'isolement de chaque borne de la dynamo, par rapport au bâti, en reliant le pôle de la pile qui était à la terre en un point quelconque du bâti et en touchant ensuite chaque borne avec le fil d'essai.

b). Mauvais isolement des porte-balais. — On vérifie l'isolement des porte-balais à l'aide d'une pile et d'un galvanomètre en procédant comme il vient d'être indiqué pour les bornes de la dynamo.

c). Mauvais isolement des bobines inductrices. — La vérification s'effectue avec la pile et le galvanomètre et cette vérification doit porter sur l'isolement par rapport à la terre et par rapport au bâti.

Lorsque les bobines inductrices ont une perte à la terre par l'intermédiaire du bâti, la dynamo ne donne pas de courant. Il arrive parfois que l'une des bobines seulement soit défectueuse et, dans ce cas, la dynamo produit du courant, mais l'intensité de ce courant est plus faible que l'intensité normale.

d). Court-circuit dans les bobines inductrices. — Ces courts-circuits sont de différentes natures. Dans une dynamo en dérivation, une bobine inductrice peut se trouver en court-circuit sur elle-même, si l'isolement est rompu en plusieurs points; dans ces conditions, toute une série de spires se trouvent en court-circuit, autrement dit, shuntées et, par suite, ne peuvent concourir à la production du champ magnétique.

Lorsque le court-circuit se trouve à l'intérieur d'une bobine inductrice, le défaut est facile à reconnaître à cause de l'échauffement qu'il produit et aussi de l'augmentation d'intensité du courant d'excitation et de la

diminution de résistance ohmique de la bobine défectueuse.

Il peut même arriver que toute la bobine soit shuntée

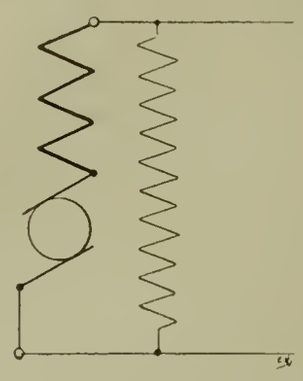


Fig. 103.

et, par suite, inactive, si l'entrée et la sortie de son enroulement sont en court-circuit. Dans ce cas, la bobine ne s'échauffe pas puisque le courant ne la traverse pas.

Dans une machine bipolaire, ce dérangement n'aurait pas d'influence sur son fonctionnement, car les deux pôles de l'inducteur, se trouvant en regard l'un de l'autre, on peut ne placer de bobine inductrice que sur l'un des deux, l'autre étant alors un pôle conséquent. Dans ces conditions, les deux pôles ont à peu près la même puissance, abstraction faite de la dispersion. Comme la bobine shuntée a une résistance nulle, la résistance de l'ensemble du circuit inducteur est diminuée de moitié, ce qui nécessite alors un courant d'excitation d'intensité double pour obtenir aux bornes de la dynamo la tension normale. Donc la dynamo peut fonctionner sans étincelles, mais la bobine inductrice en bon état subira un échauffement anormal. Il peut alors arriver que cette bobine brûle petit à petit si elle est humide.

Dans les dynamos compound, il peut se produire des court-circuits entre les enroulements en gros fil et ceux en fil fin. Suivant l'endroit où existe un court-circuit, les dérangements qui surviennent diffèrent les uns des autres.

Schématiquement, l'enroulement d'une machine com-

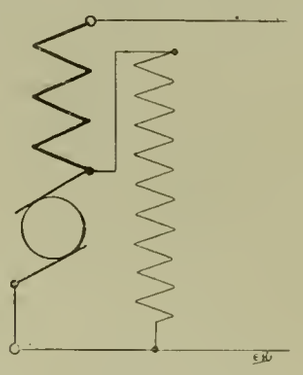


Fig 104.

pound est celui que montre la figure 103 ou la figure 104.

Avec l'enroulement de la figure 103, le contact *c* entre les deux enroulements d'excitation peut se produire entre le milieu de l'enroulement en dérivation et un point quelconque de l'enroulement en série (fig. 105), comme l'indique la ligne pointillée. Dans ces conditions il ne passe qu'une fraction infime de courant dans une moitié de l'enroulement en dérivation et l'on retombe

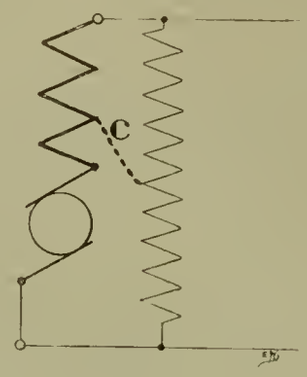


Fig. 105.

dans le cas déjà signalé, c'est-à-dire que, si la dynamo est bipolaire, elle continue à fonctionner, mais un des inducteurs, parcouru par un courant deux fois plus intense, s'échauffe fortement, tandis que l'autre reste froid. Si la machine est multipolaire, son fonctionnement est interrompu.

Lorsque le court-circuit *c* se produit entre le com-

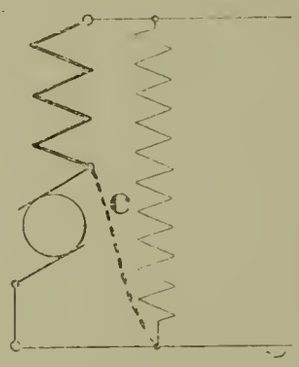


Fig. 106.

mencement de l'enroulement en fil fin (shunt) et l'enroulement en gros fil (série), les deux enroulements se trouvent montés en parallèle (fig. 106). Dans ce cas, la résistance de l'enroulement en fil fin étant de beaucoup supérieure à celle de l'enroulement en gros fil, pratique-

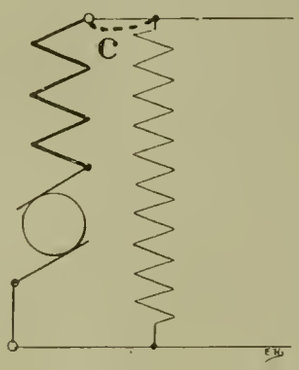


Fig. 107.

ment il ne passe aucun courant dans le fil fin. L'excitation fait défaut et, de plus, l'induit se trouve en court-circuit; par conséquent, la dynamo ne produit pas de courant.

Si le court-circuit *c* s'établit entre la sortie de l'enrou-

lement en fil fin et l'entrée de l'enroulement en dérivation (fig. 107), ce dérangement a pour effet de mettre le conducteur de ligne négatif en contact avec le porte-balai négatif. Il en résulte que l'enroulement en série est mis

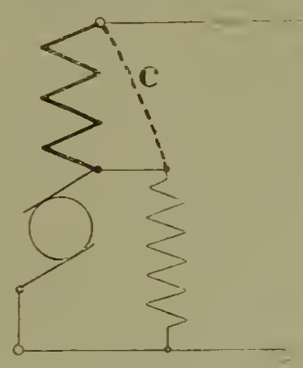


Fig. 108.

en court-circuit et la dynamo n'est plus compoundée et fonctionne comme une dynamo shunt.

Si le court-circuit *c* se produit entre la sortie de l'enroulement en série et la sortie de l'enroulement en dérivation, on conçoit naturellement qu'il n'ait aucune influence sur le fonctionnement de la dynamo. Mais, si la dynamo est enroulée comme le montre la figure 104, le même court-circuit *c* met l'enroulement-série hors circuit comme l'indique la figure 108.

Pour rechercher la bobine inductrice qui présente un défaut, il faut mesurer la résistance de chacune d'elles, après avoir supprimé toutes les communications qui mettent l'inducteur en relation avec le circuit alimenté. Cette vérification exige l'emploi d'une caisse de résistance avec pont de Wheatstone, d'un galvanomètre et d'une pile de 3 ou 4 éléments. Si l'on n'a pas à sa disposition ces appareils, on peut néanmoins procéder à

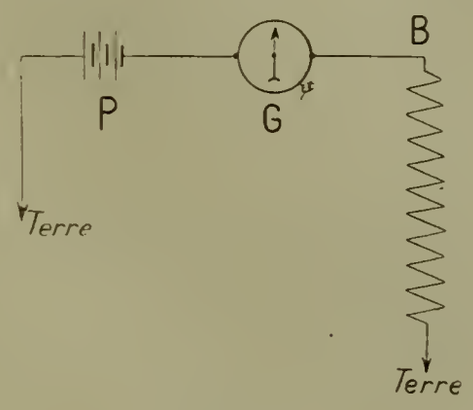


Fig. 109.

une vérification suffisante en utilisant simplement une pile P et un galvanomètre G que l'on monte en série avec la bobine inductrice B à vérifier, comme l'indique la figure 109. En observant la déviation du galvanomètre dans l'essai fait sur chacune des bobines inductrices, il est facile de reconnaître celle qui présente un court-circuit, car la déviation de l'aiguille du galvanomètre est plus grande que pour les autres.

(*A suivre*).

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ÉLECTROMÉTALLURGIE

Emploi du four électrique Helfenstein pour la fabrication de l'acier.

Suivant l'*Elektrotechnik und Maschinenbau*, une entreprise métallurgique de Falun (Suède), dite la « Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag », vient de passer avec le Dr A. Helfenstein, de Vienne, un contrat par lequel ce dernier l'autorise à exploiter un four électrique de son système, d'une puissance de 12 000 ch.

Le four Helfenstein fonctionne avec du courant triphasé et il renferme des électrodes mobiles verticalement; il est depuis assez longtemps employé dans l'industrie du carbure et dans la fabrication des alliages de fer. La Compagnie suédoise ci-dessus doit l'utiliser, pour la première fois, dans l'industrie proprement dite du fer. Le four en question présenterait les avantages particuliers suivants : frais de premier établissement, par cheval, peu élevés; fonctionnement simple et peu onéreux quand il s'agit d'unités de 6000 à 12 000 ch; grande facilité d'adaptation aux différentes intensités de courant, ce qui a son importance en présence des oscillations de l'énergie hydraulique, dont le réglage offre des difficultés.

Le nouveau four ne pourra être mis en service qu'en automne prochain : on ne sera donc fixé, sur les résultats qu'il peut donner dans le traitement du fer, qu'à la fin de l'année courante. — G.

INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

Systèmes de tarifications pour l'électricité.

Pendant la session actuelle, on a souvent parlé dans les séances de l'Institution anglaise des ingénieurs électriciens, des divers modes de tarification adoptés par les abonnés au courant électrique. A Londres, on a longuement discuté le travail de M. H. Leabrook qui avait pour sujet : *Les Tarifs dans les maisons particulières*, et une proposition qui fut émise au cours de la discussion avait pour but la nomination

d'une Commission chargée d'étudier la question générale des tarifications afin de tendre à l'adoption de principes généraux qui pourraient remplacer le chaos actuel. Dans une séance de février, à la section locale de Glasgow et dans d'autres sections, le système adopté à Glasgow pour la tarification des abonnés particuliers forment le sujet d'une étude présentée par M. Lackie, l'ingénieur électricien de la ville.

Prenant comme titre : *Tarifications de l'énergie électrique avec références spéciales aux tarifs domestiques*, il déclare que le coût par unité d'énergie fournie dépend des conditions suivantes :

1° La valeur maximum à laquelle est demandée la distribution;

2° Le nombre d'unités du Board of Trade prises par l'abonné;

3° Le moment du jour pour lequel la demande est faite;

4° Si la distribution est prise régulièrement les 365 jours de l'année ou bien prise les mois d'hiver seulement et pour quelques heures par jour (pendant l'obscurité ou durant le brouillard);

5° Le nombre d'abonnés à alimenter.

M. Lackie déclare qu'il est admis que dans quelques villes et faubourgs, il n'est pas nécessaire d'adopter le système de la demande maximum sous sa forme initiale, même si la base des tarifications suit une adaptation du système. Dans ces villes et faubourgs, il n'y a pas beaucoup de locaux et bureaux avec un éclairage naturel excellent et la plupart des abonnés ont des facteurs de charge à peu près semblables qui varient de 5 à 6 0/0 seulement. M. Lackie dit que dans la ville qu'il connaît le mieux, Glasgow, il y a beaucoup de locaux et de bureaux dont les facteurs de charge sont de 5 à 6 0 0, mais qu'il y a aussi d'autres bureaux dans de vastes rez-de-chaussée qui ont un facteur de charge de 20 0 0 et au delà. Malheureusement, il y a aussi une classe d'abonnés qui ne demandent une alimentation que pendant une heure ou une demi-heure par jour et l'on ne peut cependant pas les tarifer à une valeur anormale.

Cependant, M. Lackie présente à ses auditeurs un tableau qui démontre, dit-il, la nécessité d'adopter dans les grandes villes le système de la demande maximum et d'une réduction pour tout surplus. Mais en fixant le prix de l'énergie, il y a autre chose à considérer en plus du principe de la demande maximum. Il est d'avis, avec M. Leabrook que la question dite de convenance est une de ces considérations. Un autre facteur est aussi le coût par an ou par unité auquel tout abonné pourrait avoir une distribution équivalente s'il installait à son usage privé un matériel générateur. Enfin il résulte de l'examen de tous ces points de vue qu'il n'y a aucune nécessité de fournir l'énergie électrique à un prix inférieur à 0,30 fr l'unité pour l'éclairage dans une ville ou district où le prix du gaz est de 2 shillings par 1000 pieds cubes (2,50 fr pour 28,3 m³) ou plus, même si cet éclairage n'est employé qu'entre 7 heures du soir et 5 heures du matin. M. Lackie constate que peu de personnes ayant étudié de près la question, ne peuvent dire que le système de la demande maximum est mauvais. Plusieurs ingénieurs compétents ont cependant déclaré qu'ils ne croyaient pas ce procédé parfait parce qu'il ne tenait pas compte du moment de la journée pour laquelle cette demande maximum était faite. Il est vrai que cette méthode n'indique pas ou ne reconnaît pas l'heure pour laquelle la demande maximum d'un abonné spécial est faite, mais elle lui en tient compte par rapport à l'ensemble des demandes des abonnés; en d'autres termes, ce système tient compte si tel abonné individuel perd sa distribution pendant les heures où la demande maximun est ou n'est pas prise par la masse des abonnés. La valeur du matériel à installer pour alimenter un nombre total déterminé d'abonnés, diminuera proportionnellement selon que les demandes maximum de ces abonnés ne se produisent pas au même moment et ceci règle et réduit d'autant les charges fixes représentées par l'intérêt et la dépréciation du capital. De telle sorte qu'en réalité le système de la demande maximum tient compte du moment de l'alimentation en réduisant les charges et les tarifs pour tous les abonnés.

Ce système est donc équitable. Tout tarif uniforme ou toute tendance à un prix uniforme doit avoir pour base le système de la demande maximum pour devenir équitable. Après avoir analysé les chiffres donnés dans son tableau, M. Lackie examine ce qui a été fait à Glasgow pour encourager l'emploi de l'électricité près des abonnés domestiques pour toute autre application que l'éclairage et il dit : « Les tarifs pour l'éclairage à Glasgow jusqu'en 1901 pour les gens d'affaires et les abonnés domestiques étaient de 0,60 fr par unité pour les 365 premières heures de la demande maximum et 0,10 fr par unité pour toutes les quantités en surplus. A cette date, une analyse des comptes de tous les abonnés fut dressée afin de voir si l'on pouvait fixer un tarif unique pour les différentes espèces de petites industries telles que salles de thé, bars, boutiques, banques et clubs. » Cette analyse démontre que la seule classe qui employait la distribution pendant la même longueur de temps pendant l'année était l'abonné domestique qui usait de l'alimentation au moins 2 heures par jour, soit 730 heures par an C'est pourquoi il fut très simple de convertir le tarif de 0,60 fr par unité pour les 365 premières heures et 0,10 fr pour le surplus en un tarif uniforme de 0,35 fr par unité. Ce prix uniforme a été abaissé depuis à 0,30 fr pour l'éclairage domestique. Lorsqu'un prix uniforme a été fixé sur les

bases de la demande maximum, le consommateur peut, sans inconvénient, augmenter la puissance lumineuse des lampes déjà installées, car le facteur de charge reste le même aussi longtemps que l'abonné continue à user de son installation pour un même nombre d'heures. La statistique a démontré que les abonnés domestiques employaient l'alimentation pendant près de 3 heures par jour et, depuis 1901, un grand nombre de petits locaux et de petites maison d'habitation ont été reliés au réseau et il n'est pas douteux que cet ensemble représente un meilleur facteur de charge que les grandes habitations qui sont moins nombreuses et mieux éclairées par la lumière du jour. Il est probable aussi que la moyenne des heures de consommation par jour s'est augmentée dès que le petit abonné a pu constater que le prix de l'éclairage électrique n'était plus prohibitif; enfin, les petits propriétaires ne quittent guère leur résidence de ville pendant l'année.

M. Lackie déclare ensuite qu'il est nécessaire d'établir des devis pouvant permettre à l'abonné domestique de disposer de la distribution électrique pour le chauffage, la cuisine, etc., à bon marché, sans être forcé de faire la dépense de canalisations séparées, d'un compteur distinct, etc. On dressa une statistique comprenant de 5 à 600 abonnés à l'éclairage électrique seul, avec le nombre d'unités consommées par des habitations composées de une, deux, trois, quatre, cinq et six chambres avec cuisine; on les classa également par district.

Il fut démontré que des maisons de 4 chambres et cuisine, de même dimension comme contenance cubique, consommaient la même quantité d'unités pour leur éclairage. Comme il y avait beaucoup de raisons pour croire que la plupart de ces abonnés useraient volontiers de radiateurs électriques, de fers à repasser, etc., on put constater que sans grandes dépenses complémentaires on pourrait parfaitement leur fournir les kilowatts nécessaires à leur chauffage à très bon marché. Comme on s'était assuré d'autre part que ces abonnés étaient constants, de mois en mois, dans leur consommation d'énergie, il fut très simple d'établir un devis approximatif, par comparaison, de la demande maximum qu'ils pouvaient faire. La moyenne de la consommation maximum par l'éclairage étant de 800 heures par an et le tarif de 0,30 fr par unité, on proposa que tout le courant consommé au-dessus de cette quantité fut tarifé à raison de 0,10 fr l'unité. Afin de permettre aux abonnés d'avoir même leurs unités à meilleur marché, un nombre proportionnel d'unités d'éclairage était compté comme minimum pour groupe de 2 mois et toute consommation au-dessus de ce minimum était tarifée à 0,10 fr l'unité. La division des 800 heures de demande maximum en six périodes de l'année s'effectuerait comme il suit :

	Heures de consommation pour demande maximum à raison de 0,30 fr le kw.
Juin-Juillet. . . .	40
Août-Septembre. .	60
Octobre-Novembre.	200
Décembre-Janvier.	300
Février-Mars. . .	160
Avril-Mai.	40
	800

Dépassé ces chiffres, on tarifait à 0,10 fr l'unité. Le nombre de ces heures correspondait aux heures de nuit utilisées par l'éclairage et sont d'ailleurs le résultat de la moyenne des décomptes des abonnés. En recommandant ce système de tarifs pour le chauffage et la force motrice, M. Lackie affirme qu'il augmentera la production utile sans accroître les dépenses d'exploitation et qu'il obtiendra un excellent facteur de charge pendant l'été, le printemps et l'automne, au moment où les feux de chauffage sont allumés occasionnellement et alors que la station génératrice est pour ainsi dire presqu'entièrement inutilisée. La dépense par chaque abonné est d'environ 2 livres 16 shillings (70 fr) par an. Il y a au moins trois articles que l'on peut compter par abonné et non par kilowatt, ce sont : 1° le capital dépensé pour le branchement, 2° le prix du compteur, 3° les frais de lecture du compteur, le libellé du décompte et l'entretien du compteur; ce dernier prix est d'environ 7 shillings (8,75 fr) par an et en conséquence cette charge représente 12,5 0/0 du total des dépenses pour alimenter un abonné. S'il fallait un compteur séparé pour enregistrer l'énergie dépensée pour le chauffage et la cuisine, cela augmenterait les dépenses de 7 shillings par an.

La méthode proposée plus haut pour la tarification des heures supplémentaires de consommation à raison de 0,10 fr le kilowatt encouragera les abonnés à adopter le chauffage électrique et ils le feront sans hésitation. En effet ce système a été appliqué depuis un an et plus de 500 abonnés ont adopté différents appareils de chauffage ou de cuisine. Pour 100 d'entre eux on compte une augmentation de courant de 21 0/0 comparé à la consommation de la période correspondante de l'année précédente, ce qui représente une augmentation de 7 0/0 dans les recettes. — A. H. B.

RADIOTÉLÉGRAPHIE

Effet de résonance secondaire dans les récepteurs de télégraphie sans fil.

Dans les comptes-rendus de la séance du 12 février de l'Académie des sciences, nous remarquons une note intéressante de M. Paul Jégou

sur la réalisation d'un second réglage de résonance qu'il y a lieu de rechercher dans les récepteurs de télégraphie sans fil pour accroître leur pouvoir sélectif.

Dans cet ordre d'idées, MM. Abraham et

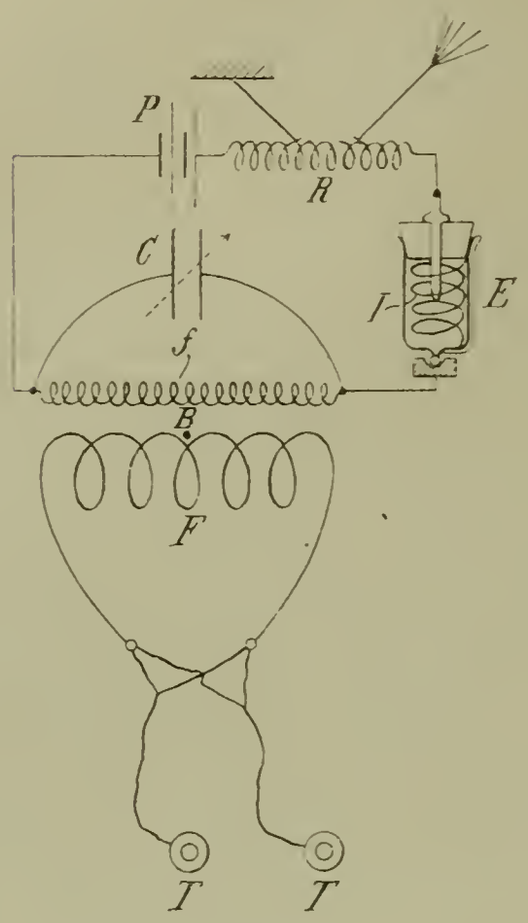


Fig. 110.

Blondel ont proposé, en 1908, l'utilisation de *monotéléphones* pour permettre d'accorder les membranes des écouteurs téléphoniques sur la note acoustique que ceux-ci font entendre au moment du passage des ondes, note qui varie avec le nombre de trains d'ondes émis par l'émission et qui, au même titre que la longueur d'onde, peut caractériser, dans une certaine mesure, une émission donnée. Cette façon d'opérer revient à adjoindre à la résonance hertzienne la recherche d'une résonance acoustique des divers sons rendus par les membranes au moment du passage des ondes.

Avec les émissions musicales dont l'emploi se généralise de plus en plus (Béthenod, alternateur musical à résonance), cette question prend un intérêt particulier et M. Jégou s'est proposé de réaliser une résonance purement électrique, corrélative d'ailleurs de cette résonance acoustique par monotéléphones.

Pour cela, M. Jégou fait usage du montage de réception qu'il a préconisé en différentes circonstances et qui utilise une petite bobine transformatrice spéciale.

Suivant le nombre de trains d'ondes des oscillations qui frappent le détecteur, la bobine se trouve alors traversée par des courants alternatifs de fréquence déterminée qu'il y avait lieu de chercher à faire résonner comme on le fait couramment à l'émission par courants alternatifs.

M. Jégou place donc (fig. 110) aux bornes du primaire (fil fin et long) de la bobine transformatrice un condensateur variable de 0 à 1/100 de microfarad et règle ce condensateur de façon à faire rendre aux téléphones le maximum de son. Ce réglage met nettement en évidence l'effet de résonance cherché, car il renforce notablement le son perçu dans les téléphones; suivant la note musicale reçue, le réglage du condensateur varie et ainsi, entre deux émissions de même longueur d'ondes, on peut, grâce à l'effet de cette résonance, éliminer l'une d'elles au profit de l'autre si les notes ou trains d'ondes émis sont suffisamment différentes pour se sélectionner acoustiquement.

Jurisprudence.

Les vols d'énergie électrique.

Un procès-verbal, dressé par l'Agent assermenté de la Société « Energie électrique du Centre » à Montluçon, constatait que deux associés, abonnés à cette Société, avaient, sans avertissement préalable, utilisé pour s'éclairer un courant électrique qui, d'après leur contrat, était destiné uniquement à alimenter des machines-outils dans un atelier de menuiserie, situé à Montluçon.

La Société a assigné les deux associés devant le Tribunal de première instance de Montluçon, jugeant correctionnellement.

L'affaire est venue à l'audience du 24 janvier 1912.

Il était mentionné dans l'assignation que, dans un but de fraude, les abonnés avaient branché, à l'insu de la Compagnie requérante, et dissimulé à ses agents le dispositif destiné à leur procurer l'éclairage électrique, avec cette circonstance aggravante que l'appareil était mobile et facile à faire disparaître dès l'arrivée des agents ; que, bien plus, les canalisations ont été branchées

avant les appareils de mesure, de sorte que leur consommation n'était même pas enregistrée par le compteur.

L'assignation mentionnait également que les abonnés avaient été prévenus plusieurs fois verbalement par la Société d'avoir à cesser leurs coupables agissements et qu'ils n'en ont tenu aucun compte; qu'ils ont ainsi réalisé au préjudice de la Société un bénéfice illicite très appréciable. Ces manœuvres frauduleuses constituent le délit d'escroquerie prévu et réprimé par l'article 405 du Code pénal.

A l'audience publique du 31 janvier 1912, le tribunal a statué en ces termes :

Attendu qu'il résulte des débats que L... et C..., abonnés à « l'Énergie électrique du Centre », ont utilisé pour s'éclairer un courant électrique, lequel d'après leur contrat était destiné uniquement à actionner des machines-outils, dans leur atelier de menuiserie, situé à Montluçon;

Qu'à cet effet, ils ont branché, à l'insu de la Société électrique et avant les appareils de mesure, le dispositif destiné à leur procurer l'éclairage électrique, qu'ainsi leur consommation n'était même pas enregistrée par le compteur;

Attendu qu'en procédant de la sorte ils sont parvenus à faire croire à la Société qu'ils employaient exclusivement à leur entreprise industrielle toute l'électricité dépensée;

Attendu que la mauvaise foi des prévenus n'est pas douteuse.

Qu'en employant une manœuvre frauduleuse, qui a trompé la Société « l'Energie électrique du Centre » en lui persuadant l'existence d'une fausse entreprise, ils sont arrivés à se faire délivrer gratuitement une certaine quantité d'électricité;

Qu'ils ont ainsi escroqué partie de la fortune d'autrui;

Attendu que de tels agissements ont occasionné à ladite Société un préjudice sérieux dont réparation est due;

Par ces motifs,

Le tribunal jugeant correctionnellement et en premier ressort déclare les prévenus atteints et convaincus du délit d'escroquerie qui leur est reproché et leur faisant application de l'article 405 du code pénal en même temps que de l'article 463 du même code, les condamne chacun à la peine de quinze jours d'emprisonnement et 50 fr d'amende;

Attendu que les prévenus n'ont jamais été condamnés, que de bons renseignements sont fournis sur leur compte, le tribunal leur accorde la loi de sursis en ce qui concerne la peine d'emprisonnement dans les conditions énoncées en la loi du 26 mars 1891;

M. le Président a averti les condamnés qu'en cas de nouvelle condamnation dans les conditions de l'article 1er de la même loi, la peine qui vient d'être prononcée sera exécutée sans confusion possible avec celle qui serait ultérieurement prononcée et que les peines de la récidive seraient encourues dans les termes des articles 57 et 58 du code pénal;

En statuant sur les réparations civiles, condamne L... et C... conjointement et solidairement, à 100 fr de dommages-intérêts et à une insertion à leurs frais dudit jugement avec initiales seulement dans un journal de la ville au choix de la Société « l'Énergie électrique du Centre », dit que ladite insertion ne pourra dépasser 50 fr;

Condamne en sa qualité de partie civile ladite Société « l'Energie électrique du Centre » aux dépens, dont distraction au profit de Me Perceau, avoué, sur son affirmation de droit, sauf son recours contre les condamnés;

Fixe au minimum la durée de la contrainte par corps.

Le tout par application des articles 405, 463 du code pénal, 1er et 3 de la loi du 26 mars 1891, 55 du code pénal, 194 du code d'instruction criminelle et 2 de la loi du 22 juillet 1867, dont lecture a été faite à l'audience par M. le Président.

Bibliographie

Calcul et construction des alternateurs mono et polyphasés, par Henri Birven; traduit de l'allemand par P. Dufour. Un volume, format 23 × 14 cm, de IV-179 pages, avec 126 figures. Prix, cartonné : 6 fr. (Paris, librairie Gauthier-Villars.)

Ce volume traite de la *Théorie* des alternateurs et de leur conduite dans les divers cas de leur emploi. L'important chapitre sur les *enroulements*, qui a reçu un assez large développement, est illustré par des schémas des enroulements usuels.

Le premier chapitre contient un exposé concis des plus importantes notions sur la théorie des courants alternatifs, exposé dans lequel on a évité autant que possible l'emploi des hautes mathématiques.

La deuxième partie du livre traite des *détails de construction* et du *montage* des alternateurs. Des croquis de détails et des figures d'ensemble rendent cette description aussi claire que possible.

L'auteur a donné un grand développement à la dernière partie du volume. Cette partie traite d'une façon complète le *calcul* des machines, d'abord en général, puis en l'appliquant à des *exemples*. Les débutants trouveront un sujet d'étude instructif dans ces calculs de contrôle de machines achevées. L'ouvrage se termine par un certain nombre de *Tables de construction de générateurs existants*.

—o—

Agenda et livre d'adresses de l'électricien suisse, 1912. Un volume, format 16 × 9 cm. Prix : 2,50 fr. (Genève, 26, boulevard Georges-Favon)

Cet agenda est utilement complété par un répertoire d'adresses de tous les constructeurs et industriels suisses s'occupant des applications de l'énergie électrique.

Des tables usuelles et l'arrêté fédéral concernant les prescriptions générales sur les installations électriques complètent heureusement cet agenda de poche.

Nouvelles

Installation de chauffage électrique.

La ville de Gödeborg achète depuis quelques années l'énergie électrique à l'usine hydraulico-électrique de Trollhattan; elle alimente la plupart des établissements industriels et le temps d'utilisation des installations est de 4300 heures par an; mais, comme l'énergie est achetée à forfait et payée au kilowatt-an, la ville dispose, pendant 8 à 10 heures de la nuit, d'une puissance de 4500 kw qui lui revient à environ 7 millimes par kilowatt-heure; en vue d'utiliser cette énergie, elle va établir des installations de chauffage, avec accumulateurs calorifiques.

*
* *

Une application de l'ozone.

La Central London Railway Company applique la stérilisation par l'ozone pour l'aérage de ses souterrains.

*
* *

Une nouvelle invention du professeur Pupin.

Dans une conférence donnée à l'Académie nationale des sciences de New-York, le professeur Pupin vient d'annoncer qu'il est parvenu à établir un générateur à induction permettant d'amplifier d'une façon considérable les courants télégraphiques et téléphoniques.

*
* *

Le caoutchouc synthétique.

L'industrie automobile et l'industrie électrique consomment d'énormes quantités de caoutchouc : et il y aurait un grand avenir pour l'industrie de la fabrication du caoutchouc synthétique si celle-ci parvient à fournir à un prix convenable du caoutchouc de bonne qualité; plusieurs usines européennes s'occupent activement de cette question; une maison fabrique déjà 100 kg environ de caoutchouc par jour, en partant du goudron et une compagnie s'est fondée récemment à Paris en vue de la fabrication en partant de la térébenthine.

*
* *

Le téléphone automatique à Chicago.

Il y a actuellement 30 000 abonnés en service dans les centraux téléphoniques automatiques de Chicago.

*
* *

Les câbles pupinisés.

L'India-rubber, Gutta-Percha and Telegraph Works, de Sivertwon Essex, vient de fournir au gouvernement italien 30 km de câble à induction uniformément répartie.

*
* *

Emploi de véhicules à accumulateurs par le service des postes berlinois.

L'Administration des postes prussienne vient d'adopter, pour faire la levée des boîtes à lettres à Berlin, des tricycles électromobiles et ces véhicules lui ont donné de si bons résultats qu'il est question dès à présent d'en étendre l'emploi.

*
* *

Tracteurs électriques pour le canal de Panama.

La Commission de l'isthme de Panama vient d'ouvrir des soumissions pour des locomotives électriques d'un type spécial, destinées à assurer le halage sur le canal; ces locomotives seront formées de deux trucks à quatre roues rigides réunies par une partie formant en quelque sorte le joint universel entre les deux trucks; la prise de courant se fera par ligne souterraine.

L'effort maximum requis sera de 11 000 kg.

*
* *

Couveuses électriques.

L'utilisation des couveuses électriques a pris beaucoup d'extension depuis quelque temps dans certaines villes américaines.

A la Nouvelle-Orléans, l'usine d'électricité fournit l'énergie électrique pour 40 installations de ce genre; quelques-unes sont très modestes, il est vrai, mais d'autres peuvent couver à la fois 3000 œufs.

Les couveuses employées sont des machines construites par une maison de la ville; celle pour 70 œufs absorbent en moyenne 20 watts; celles de 120, 23; celles de 200, 35; celles de 300, 50 watts.

La charge fournie par l'usine d'électricité pour cette clientèle est très uniforme.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Ligne de traction à courants triphasés du tunnel de la Cascade.

(COMPAGNIE DU GREAT NORTHERN RAILWAY)

Le *Great Northern Railway*, qui est le premier chemin de fer américain ayant adopté la traction électrique par courants alternatifs triphasés, traverse les montagnes de la Cascade, dans l'État de Washington, par un tunnel de 4162 m de longueur. Ce tunnel est en rampe uniforme de 1,7 0/0.

Bien que le tunnel, très convenablement construit, fût en bon état, l'exploitation par la vapeur présentait beaucoup d'inconvénients.

Elle se faisait à l'aide de locomotives Mallet, employées en double traction et chauffées au moyen de charbon spécial, contenant peu de matières volatiles et de soufre.

Les feux étaient soigneusement nettoyés avant chaque passage et strictement chargés de la quantité de houille suffisante pour le parcours.

Néanmoins, le service était difficile. La suie, l'humidité, les fumées, rendaient rapidement les rails très malpropres; l'aération demandait 20 minutes à l'heure; encore fallait-il, pour qu'elle se fît, que le vent fût favorable; il se formait parfois des poches de gaz toxiques et le passage était alors très dangereux.

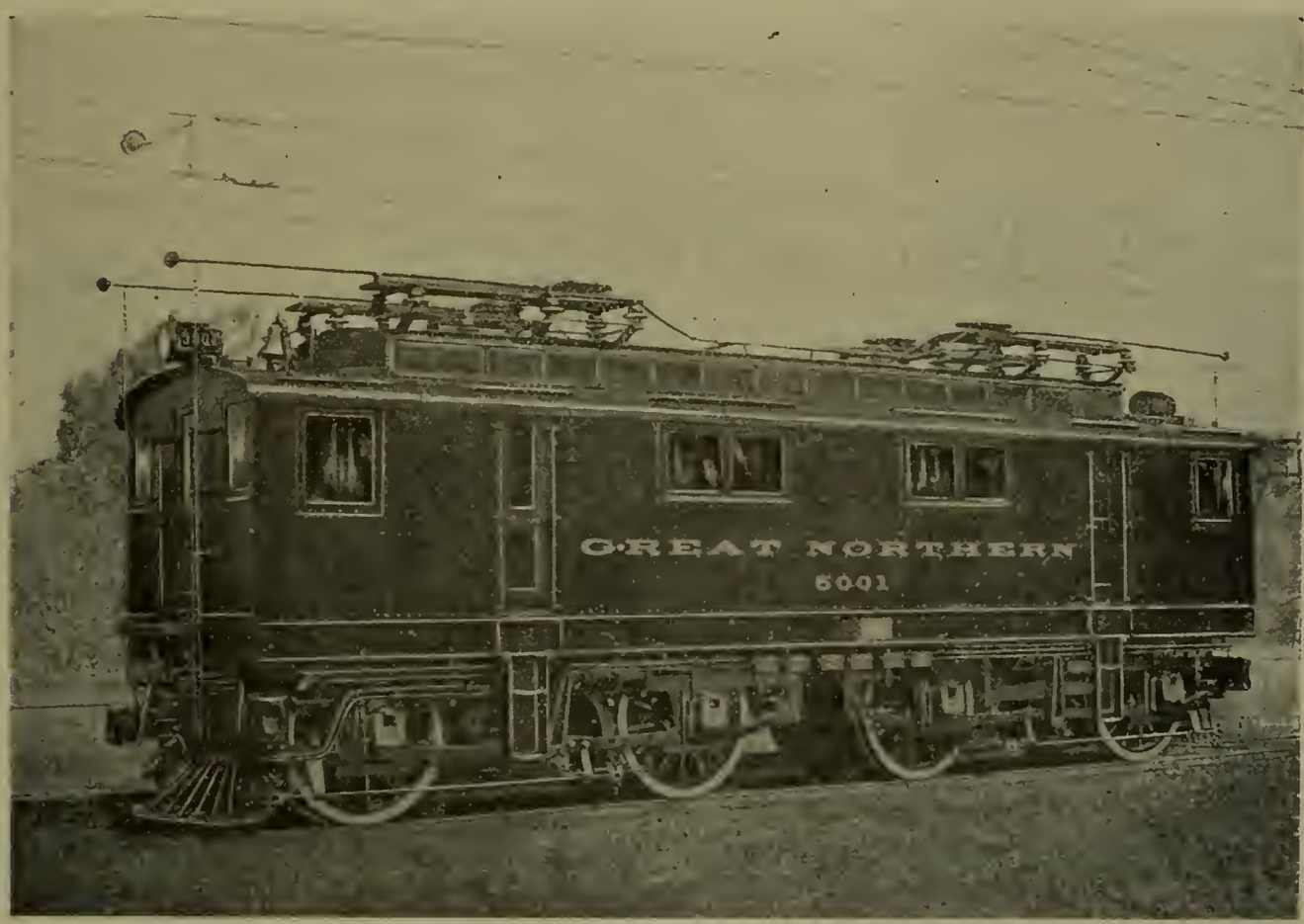


Fig. 111. — Locomotive électrique du « Great Northern ».

De 500 en 500 m, approximativement, des postes téléphoniques sont placés, mais il était presque impossible de les garder en bon état, par suite des fumées, de la poussière, de l'humidité.

Sur les locomotives, le service était très pénible; la température y atteignait jusqu'à 95° C.

Tout le système était limité dans sa capacité par le tunnel, les locomotives à vapeur ne permettant pas d'ailleurs de remorquer les trains lourds à une vitesse de plus de 7 à 8 milles à l'heure (11,2 à 12,8 km).

Le contrat pour la fourniture de locomotives électriques a été conclu le 22 juin 1907; la Compagnie s'occupait de la question depuis longtemps et, depuis un an au moins, elle examinait l'emploi du triphasé.

L'exploitation est faite électriquement depuis juillet 1909.

Le système choisi est celui à courants triphasés.

D'après les plans originaux, le service devait

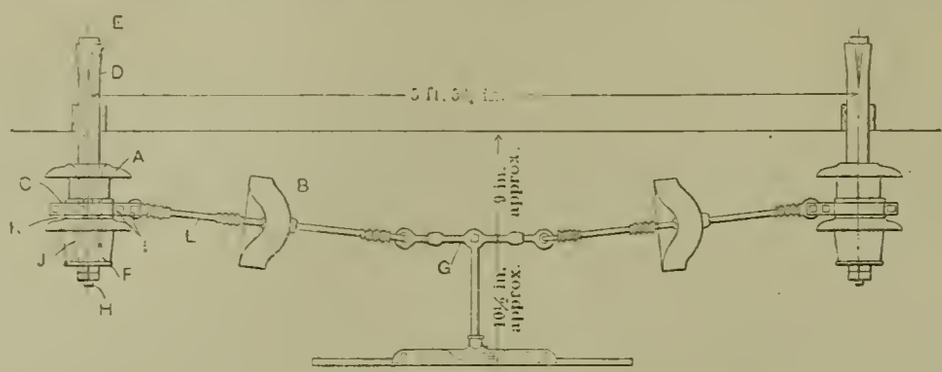


Fig. 112. — Suspension du fil de prise dans le tunnel.

être fait au moyen de machines devant pouvoir mettre en marche des convois de 2000 tonnes, locomotives non comprises.

Avec la rampe de 2,2 0/0 qui existe sur la section d'accès, cette condition implique un effort de traction de 22 500 kg (en comptant 2,7 kg par tonne pour la résistance, 4,5 kg pour l'accélération), soit un équipement de 4 locomotives donnant chacune 37 500 livres (5650 kg), le poids par essieu-moteur étant limité à 50 000 livres (22,5 tonnes) ; 4 essieux-moteurs étaient nécessaires par machine, ce qui correspond à un coefficient d'adhérence de 19 0/0.

Les machines furent en conséquence calculées pour donner un effort de 11 748 kg; elles sont, toutefois, beaucoup plus puissantes.

Usine génératrice. — Le courant est fourni par une usine hydraulico-électrique établie sur la Wenatchie River, à Lehavèn-Worth, qui utilise une chute de 54 m de hauteur.

Cette usine est aménagée pour recevoir trois groupes générateurs principaux et deux groupes

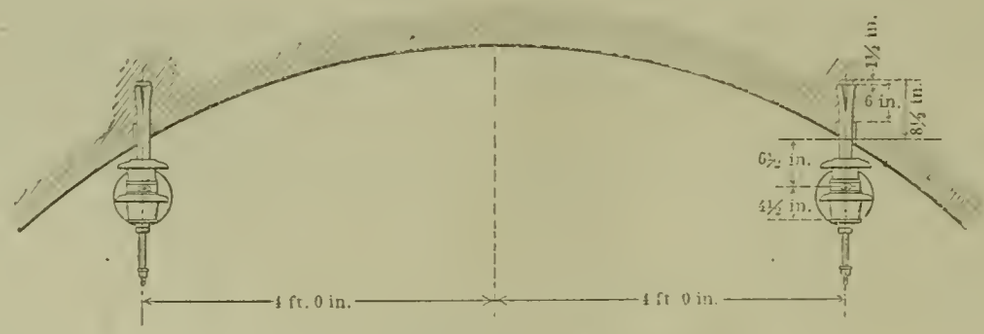


Fig. 113. — Disposition des fils dans le tunnel.

d'excitation : deux des groupes principaux sont actuellement installés; ils sont formés chacun d'une turbine de 4000 ch, directement accouplée à un alternateur triphasé.

Deux autres installations, où l'on disposera de nouvelles chutes de 60 m de hauteur, seront disponibles pour les extensions.

Les alternateurs ont une puissance de 2500 KVA à 375 tours par minute. Ils produisent les courants à 6600 volts, 25 périodes; leur capacité de surcharge est d'ailleurs très grande et la densité de flux employé est très basse. Les deux excitatrices ont une puissance de 125 kw à 750 tours par minute; elles peuvent supporter des surcharges de 150 0/0.

L'usine génératrice comprend encore quatre transformateurs de 833 kw chacun, avec une capacité de surcharge de 100 0/0 pendant une heure; trois des unités sont en service; la quatrième sert de réserve ; des transformateurs élèvent la tension à 33 000 volts.

Le tableau est de construction ordinaire.

L'installation ne permet pas de récupérer l'énergie; mais, afin de démontrer que cette récupération serait possible, un rhéostat automatique est combiné avec l'un des générateurs; lorsque le convoi dépasse, sur la descente, la vitesse de synchronisme, les électrodes du rhéostat se déplacent de façon à provoquer le freinage.

Le dimensionnement des parties constituantes de l'usine pourra paraître anormal. Cela provient de ce que l'usine est soumise à de grandes fluctuations, la charge normale étant parfois appliquée pendant un quart d'heure, puis supprimée pendant deux ou trois heures.

Les générateurs sont munis de régulateurs Tir-

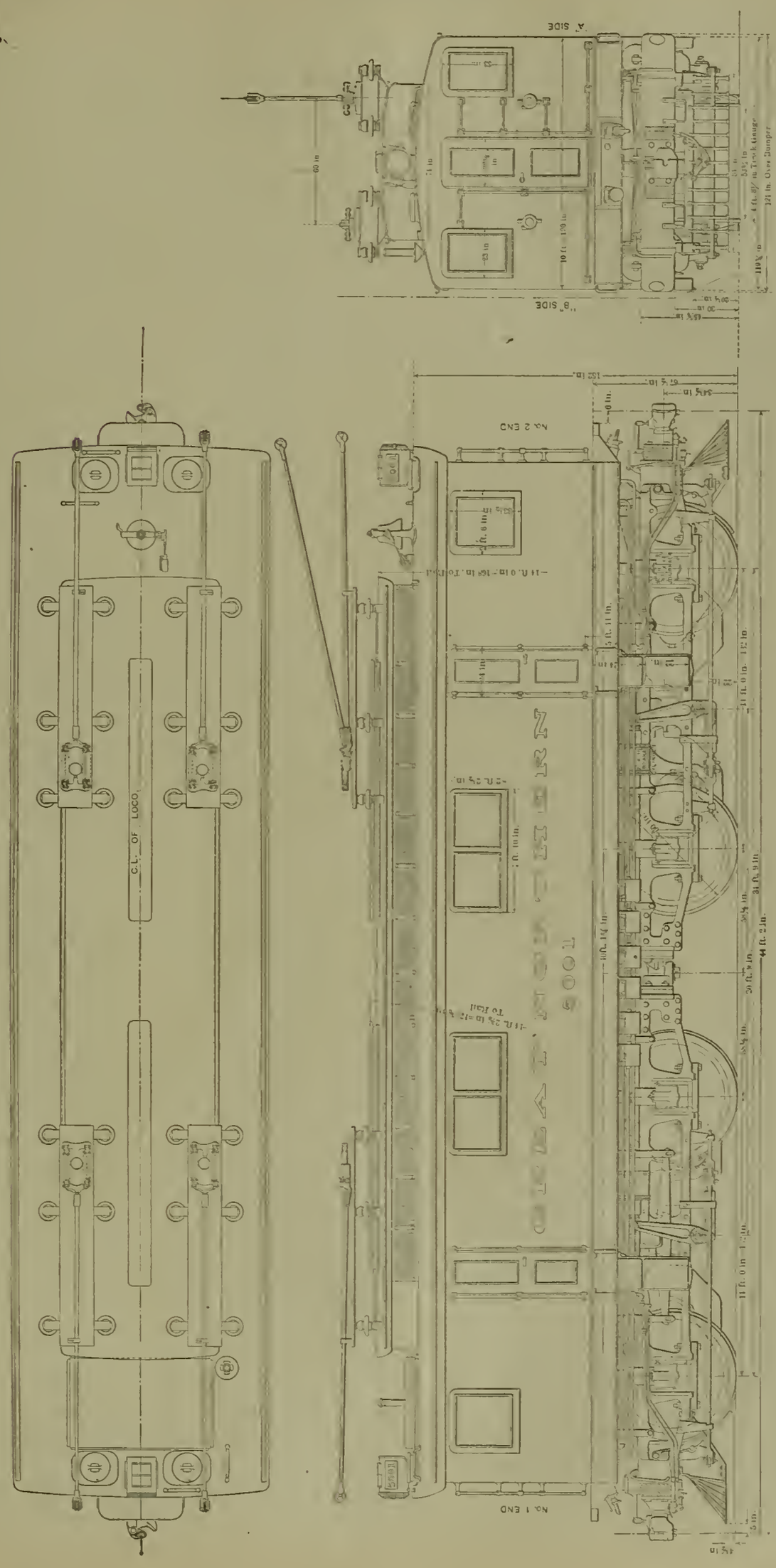


Fig. 114. — Détails de la locomotive du « Great Northern ».

rill qui assurent la régularité de la tension, même avec de grandes variations de vitesse; le courant d'excitation normal de 125 ampères atteint fréquemment 300 à 350 ampères et la tension ne se modifie pas, même avec des variations de 35 à 40 0/0 en vitesse.

Ligne de transmission. — Elle a 48 km approximativement de longueur et va de l'usine de Leaven-Worth à la sous-station de Cascade.

Elle comprend deux circuits formés chacun de trois câbles de cuivre dur étiré de 6,544 mm de diamètre placés l'un au dessus de l'autre, de part et d'autre du poteau, de manière à permettre l'emploi de supports de longueur minime; les poteaux sont surmontés d'un fil de terre; ils ont 12 m de longueur et sont plantés jusqu'à 1,80 et 2 m dans le sol; les sommets ont de 25 à 30 cm de diamètre.

La ligne est subdivisée en trois sections séparées par des interrupteurs actionnés au moyen d'une hampe à crochet.

Une ligne téléphonique, dont les fils sont transposés de cinq en cinq poteaux, est placée sur les mêmes supports.

Sous-station. — Une sous-station est établie à Cascade, près de l'entrée du tunnel; elle comprend trois transformateurs monophasés et un transformateur de réserve.

Elle alimente les fils aériens à la Cascade et un feeder parcourt le tunnel pour aller à l'autre bout, à Wellington.

Lignes électrifiées. — Ont été électrifiées les lignes principales entre Wellington et Cascade, deux voies latérales, les croisements, etc.; la longueur totale est de 10 km approximativement.

Ligne de prise de courant. — Les fils sont à 7,20 m de hauteur et distants l'un de l'autre de 1,50 m; ils sont suspendus de 30 en 30 m à des potences, pour les lignes à simple voie et à des transversaux caténaires pour les autres.

Pour chaque phase, il y a un tendeur, supporté par un transversal caténaire dont il est isolé au moyen d'isolateurs de porcelaine et les deux parties sont distantes de 0,90 m (fig. 112 et 113).

Les fils de même phase pour les différentes voies sont isolés au moyen de pièces de bois et d'isolateurs de porcelaine.

Sur les consoles, chaque phase est isolée du sol au moyen d'une pièce de bois et d'un isolateur en porcelaine.

Aux points de croisement, les phases différentes sont isolées l'une de l'autre à l'aide de pièces de bois de 1,50 m de longueur.

Le passage en ces points se fait avec le coupleur mis dans la position neutre.

Des ponts d'ancrage sont placés à 300 m de distance.

La ligne est protégée par des parafoudres aux extrémités du tunnel et dans les gares.

Les deux rails sont éclissés électriquement dans le tunnel; il n'y a des éclisses que d'un côté dans les gares; les jonctions sont formées d'un joint nu

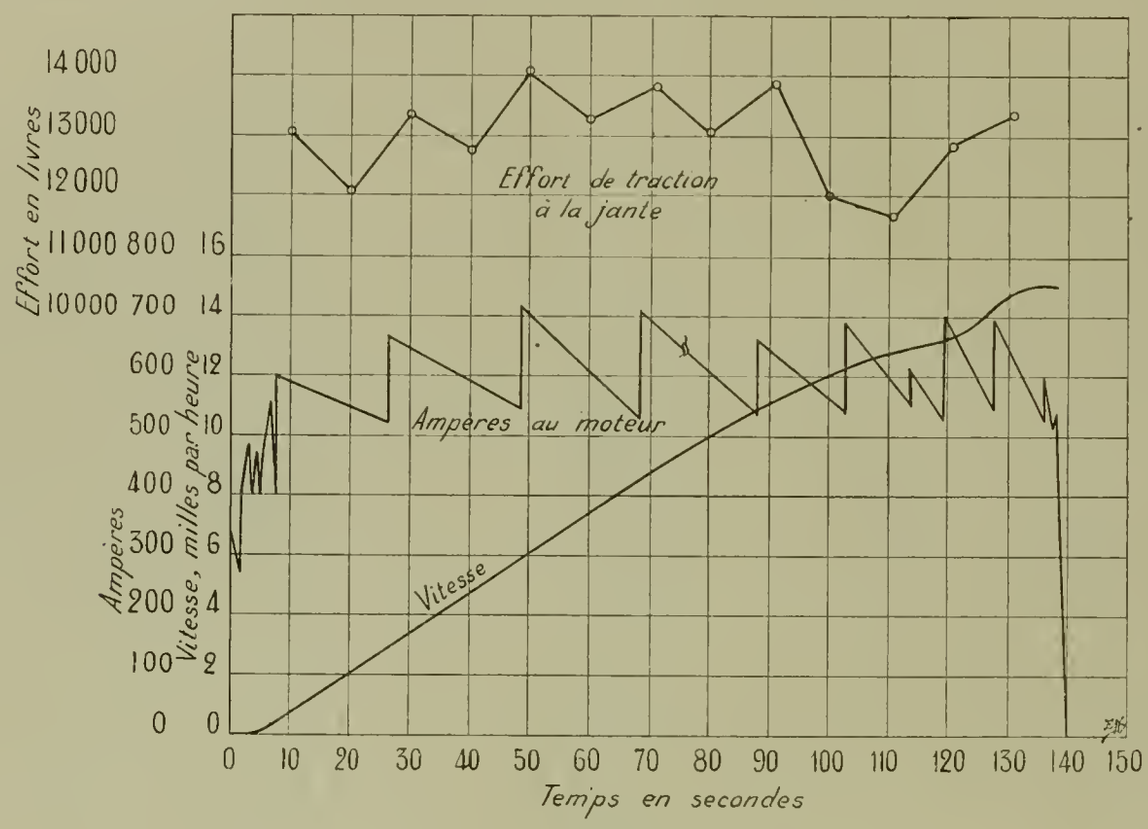


Fig 115. — Courbes d'accélération.

L'isolement est double en tous points. Cette disposition est beaucoup plus efficace et plus économique que l'isolement simple.

D'ailleurs la ligne n'a donné lieu à aucune difficulté; les seuls incidents constatés ont été dus à ce que le trolley quittait parfois le fil aérien aux croisements et aux aiguillages.

Eclairage du tunnel. — Cinq tranformateurs de 4 kw chacun sont placés dans des chambres de refuge et des lampes à incandescence, groupées par cinq en série, sont placées de 15 en 15 m.

A cause des frais d'entretien élevés, il a paru préférable d'employer des lampes à filament de charbon.

Télégraphe. — Dix fils télégraphiques, formant câble, sont placés dans le tunnel; depuis l'adoption de la traction électrique, le travail sur ces lignes est devenu impossible; il n'y a pas, cependant, d'interférence en dehors du tunnel, bien que les lignes de traction et de télégraphie soient placées parallèlement sur un parcours de 50 km; afin de corriger les phénomènes d'induction, un transformateur compensateur a été installé et l'on s'occupe de faire le réglage nécessaire.

Le service simple a pu être réalisé avec facilité; mais le quadruplex ne peut encore être rétabli.

Locomotives. — Le poids total des locomotives est de 104 000 kg; elles sont à deux trucks accouplés, avec deux essieux-moteurs par truck; chaque essieu est actionné par un moteur triphasé au moyen d'une réduction à engrenages 4,26.

Le diamètre des roues motrices est de 1,524 m, la vitesse de synchronisme du moteur est de 375 tours par minute; la machine marche à une vitesse de 25,1 km à vide et de 24,1 km avec une charge correspondant à la capacité horaire.

Les moteurs sont bobinés pour une tension de 500 volts; ils sont complètement enfermés et refroidis par une circulation d'air; la largeur de l'entrefer est de 3 mm.

Sur chaque machine, deux transformateurs triphasés abaissent la tension de 6000 à 500 volts; des bornes auxiliaires permettent d'obtenir 625 volts au secondaire.

Voici la répartition du poids (1 livre = 0,4539 kg):

	Livres.
2 trucks. .	81 500
1 cabine. .	30 000
4 moteurs .	48 800
8 engrenages et boîtes. . . .	11 000
2 transformateurs. .	20 800
2 compresseurs. . .	5 800
1 ventilateur. . .	1 300
40 résistances. . .	10 200
56 contacteur. . .	3 200
Divers. . .	17 400
Poids total par essieu.	57 500
Poids mort par essieu.	18 500

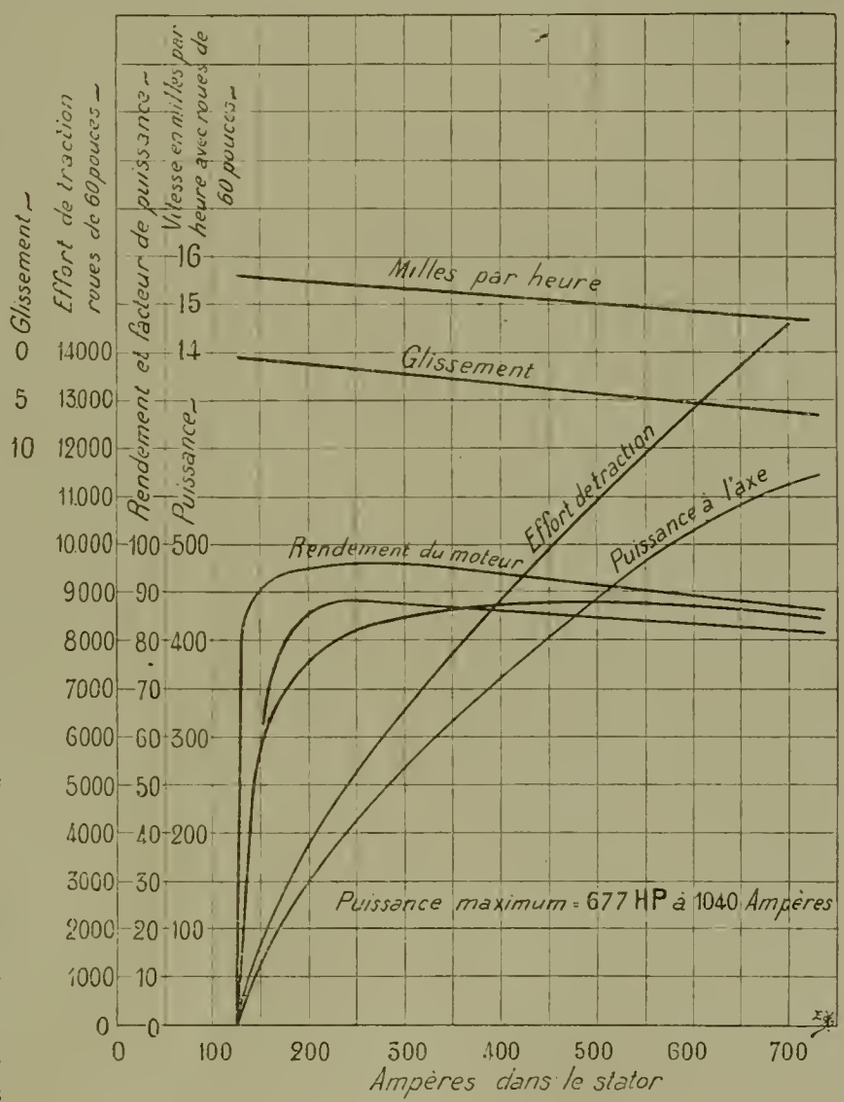


Fig. 116. — Caractéristique du moteur triphasé.

Les essais ont indiqué une puissance constante de 375 ch sous 500 volts. La puissance horaire sous 500 volts est de 475 ch.

La puissance constante sous 500 volts correspond à un effort de 4245 kg et la puissance horaire à 5402 kg.

L'effort total est donc de 16 980 kg et 21 608 kg.

En comptant sur une résistance de 2,93 kg par tonne de train, on atteint, avec une puissance moyenne de 1,12 kw par tonne, 250 tonnes par moteur, en supposant qu'il n'y ait aucun arrêt; pour la locomotive, la charge remorquée peut donc être de 885 tonnes; mais, comme il y a des arrêts, la puissance est supérieure.

En fait, la locomotive a pu donner un maximum d'effort de traction de 39 160 kg environ répondant à un coefficient d'adhérence de 35 0/0 environ;

avec un effort de 29 370 kg (26 0 0), chaque unité peut accélérer sur la rampe de 2,2 0 0 un train de 885 tonnes également.

En pratique, on peut donc employer sans aucune crainte les locomotives pour remorquer des trains de 750 tonnes : ces locomotives doivent être considérées comme très bien conditionnées.

Les moteurs sont suspendus de la façon ordinaire aux essieux, les transmissions sont attaquées par chaque extrémité; cette disposition était nécessaire par suite du grand couple requis; la roue dentée possède 81 dents et le pignon 19 ; les pièces sont en acier spécial trempé ; on emploie des pignons taillés simultanément pour que l'alignement soit irréprochable.

L'intention avait d'abord été d'insérer un couplage élastique entre les deux parties; mais on a pensé ensuite que la flexibilité de l'arbre serait suffisante pour supporter les légères différences entre les deux groupes d'engrenages et, effectivement, il n'a pas été constaté que l'usure fût anormale ou la marche bruyante.

Les deux transformateurs ont chacun une puissance de 400 kw; ils sont refroidis par ventilation forcée; leur puissance continue a été reconnue un peu inférieure à celle des moteurs, mais on pourrait l'améliorer par une ventilation plus énergique.

Pour les freins, l'air comprimé est fourni par un compresseur actionné au moyen d'un moteur à induction; pour la réfrigération des appareils, c'est un ventilateur de 2,66 m³ qui l'assure ; les butoirs forment réservoirs et l'air pour les moteurs y est envoyé par l'axe.

Les circuits de contrôle sont distincts pour chaque moteur; il y a 14 contacteurs pour chaque partie, soit 56 au total; tous les appareils sont alignés au centre de la cabine. La commande peut se faire de l'une ou de l'autre extrémité.

Les freins sont des freins combinés directs et automatiques.

On avait d'abord voulu réaliser deux vitesses par variation du nombre de pôles; mais, comme cela occasionnait une trop grande complication, on s'est contenté d'une seule vitesse, avec démarrage sur rhéostats.

Les rhéostats sont métalliques et distincts pour chaque moteur; ils comportent 13 plots de réglage ; afin de diminuer le nombre de contacteurs nécessaires, le système n'est pas symétrique, c'est-à-dire que les variations s'opèrent successivement pour chaque phase; avec le montage simple, il aurait fallu 128 contacteurs au lieu de 56.

D'autre part, l'expérience ayant fait voir que le couple de démarrage de 9790 kg. réalisé au début, était un peu trop fort, le montage initial a été modifié de façon qu'il n'y eût plus que deux moteurs en circuit au premier plot du démarreur.

La construction mécanique se rapproche de celle des locomotives à vapeur Mallet : les machines sont articulées, mais de façon que les trucks suivent le plus facilement possible les courbes, tout en se soutenant l'un l'autre, grâce à une liaison rigide, sans ressorts.

La caisse est en tôle d'acier; les appareils y sont placés dans un compartiment occupant le centre de la voiture et mesurant 1,50 m de largeur sur 6,60 m de longueur; les cabines extrêmes sont réunies par des couloirs latéraux, de 0,75 m de largeur.

La cabine des appareils à son tour est divisée en trois cases par des cloisons de tôle d'acier ; la case centrale contient les appareils à haute tension; les deux autres sont identiques et contiennent chacune le transformateur et les contacteurs d'un groupe de moteurs.

Les rhéostats sont placés au plafond et ils sont refroidis par l'air venant des ventilateurs et qui s'échappe par la toiture.

L'installation des rhéostats dans cette position relève le centre de gravité de la machine à 1,52 m au-dessus du rail.

Fonctionnement du service électrique. — Les indications suivantes ont été publiées sur la première période d'essai, du 10 juillet jusqu'au 11 août, tout le service ayant été fait au moyen de locomotives électriques.

Durant cette période de 33 jours, 212 trains ont été desservis par l'électricité, les locomotives à vapeur étant remorquées électriquement.

82 de marchandises,	avec une charge de	171 000 t.
98 de voyageurs,	— de	88 500 t.
32 spéciaux,	— de	15 500 t.
		275 000 t.

soit 8350 tonnes par jour.

Les trains de marchandises et de voyageurs comprenaient ordinairement

	Marchandises.	Voyageurs.
Voitures	1480 t.	426 t.
Une locomotive Mallet	250 t.	250 t.
Locomotives électriques (3)	345 t.	(2) 230 t.
	2075 t.	906 t.

Le poids minimum des trains de marchandises était de 1200 tonnes, le maximum de 1600; pour le train des voyageurs, le maximum était de 1031 tonnes.

On peut évaluer que, sur la rampe de 1,7 0/0, l'effort de traction nécessaire pour le train de marchandise est de :

Voitures.	28 978 kg
1 locomotive Mallet. . .	9 790 »
3 locomotives électriques.	6 755 »
	45 523 kg

soit 5058 kg par locomotive.

Pour les trains de voyageurs, l'effort requis est habituellement de 19 580 kg à 24 475 kg et l'on emploie généralement deux locomotives, quoiqu'il pourrait suffire d'une dans la plupart des cas.

Pendant la période envisagée, les locomotives électriques n'ont en aucun cas occasionné de retard, mais il y a eu deux interruptions par suite d'accident sur la ligne de transmission.

Le 11 août, le service a été arrêté par suite de l'arrêt des turbines; il a repris le 9 septembre et n'a plus été interrompu depuis.

La traction électrique est actuellement appliquée, pour les convois de l'ouest, aux trains de voyageurs.

Rendement. — Pour une charge de 4000 kw à la locomotive, à Wellington, les pertes se chiffrent ainsi qu'il suit :

Barres à basse tension de l'usine génératrice. . .	4740 kw	ou 100	0/0
Barres à basse tension de la sous-station. . . .	4250	— 89,8	»
Trolley de la locomotive.	4000	— 84,5	»
Essieux moteurs.	3320	— 70	»

D'après cela, une usine moderne pouvant produire le kilowatt-heure avec une dépense de 1,46 kg, aux barres, la dépense de charbon serait, pour le système envisagé, de 2,09 kg par kilowatt-heure au rail.

Des chiffres fournis (1) pour les locomotives Mallet, les plus récentes, fonctionnant dans des conditions identiques, indiquent une dépense moyenne de 3,91 kg par kilowatt heure.

Avantages du système triphasé. — Les avantages du système triphasé sont les suivants d'après M. C. T. Hutchinson, le principal auteur du projet (2).

1. Possibilité de régénération.

Avec les trains de marchandises, on peut récupérer :

	Force due à la descente.	Résistance de frottement.	Reste pour l'accélération.
Loc. Mallet,	4160 kg	5629 kg	— 469 kg
Voitures (1550 t.)	25 698 kg	4552 kg	+ 2146 kg
3 locom. élect.	5727 kg	1013 kg	+ 4714 kg

Ce qui équivaut à 1495 kw aux engrenages à la vitesse de 15 milles par heure.

Le rendement de la locomotive est approximativement de 80 0 0; la puissance restituée à la ligne devrait donc être de 1200 kw environ. Les essais ont indiqué 900 kw; cela provient de ce que certaines voitures sont freinées.

Il est à remarquer que, par suite des frottements, la locomotive à vapeur n'est pas une charge fournissant du travail, mais en absorbant.

Avec un train de 10 wagons de voyageurs, pesant 950 tonnes, on a récupéré 597 kw; le calcul indique 590.

La récupération est donc de 0,67 kw sur la rampe de 1,7 0 0 pour un train à la vitesse de 15 milles, et 0,91 kw sur la rampe de 2,2 0/0.

2. Maximum de simplicité électrique et mécanique;

3. Maximum de puissance des moteurs pour un poids déterminé, grâce au rendement élevé à toutes les charges;

4. Uniformité du couple, condition importante qui permet d'obtenir un coefficient d'adhérence de 3 à 4 0 0 plus grand qu'avec un moteur alternatif monophasé alimenté en courant à 15 périodes;

5. Possibilité d'employer des courants à 25 périodes, fréquence avantageuse;

6. Constance de la vitesse, qualité avantageuse pour les lignes de montagne, où elle évite les emballements sur pente et assure la régularité de l'horaire;

7. Suppression de tout danger de court-circuit excessif et d'à-coup au mécanisme.

Inconvénients. — Au début, il est arrivé parfois des ruptures d'attelage parce que la roulette du trolley quittait le fil; cet accident ne s'est plus produit une fois que le personnel a été expérimenté.

Quant aux inconvénients habituellement reprochés au système triphasé, ils ne se sont pas fait sentir :

1. La constance de la puissance n'est pas un inconvénient grave lorsque les arrêts sont peu nombreux.

2. La diminution de l'entrefer : celui qui existe de 3 mm est suffisant.

3. L'inégale répartition de la charge entre les moteurs : on la corrige facilement par l'emploi

(1) Emerson, *Great Northern Railway Company Transactions the American Society of Mechanical Engineers*, Vol. XXX, p. 1031.

(2) C. T. Hutchinson, *Proceding of the American Institute of Electrical Engineers*, Vol. XXVIII, p. 1409.

de résistances additionnelles convenablement proportionnées, en circuit avec le rotor.

4. Le facteur de puissance peu élevé : il atteint 85 o/o.

5. La nécessité d'avoir deux fils aériens : ce n'est pas une difficulté notable lorsqu'il s'agit de lignes simples.

H. Marchand.

Manuel du praticien.

Les causes de dérangement des machines électriques. Leur recherche et leur réparation.

I

DYNAMOS GÉNÉRATRICES A COURANT CONTINU

(Suite) (1).

c) Perte à la terre dans l'induit ; court-circuit dans l'induit ou dans le collecteur. — Une perte à la terre dans une section de l'induit, par l'intermédiaire du bâti, peut, dans certains cas, empêcher la dynamo de produire du courant.

Pour rechercher la section défectueuse, on doit procéder comme suit : on prend une batterie de quelques éléments d'accumulateurs A et un galvanomètre G (fig. 117)

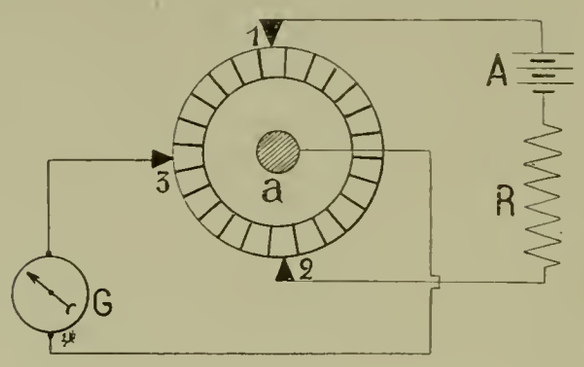


Fig 117.

pouvant supporter un courant ayant une intensité de quelques ampères. On relie la batterie aux balais 1 et 2 de la dynamo, en ayant le soin d'intercaler dans ce circuit un rhéostat R, qui sert à régler l'intensité du courant débité par les accumulateurs. Le galvanomètre G est relié, d'une part, au massif de la dynamo par l'intermédiaire de l'arbre A et, d'autre part, avec un balai mobile 3; le galvanomètre doit être placé à une certaine distance de la dynamo pour éviter l'action de cette dernière sur le galvanomètre.

Tout étant ainsi disposé, on touche successivement, avec le balai 3, chacun des segments du collecteur en faisant tourner lentement l'induit. Dès que la section défectueuse se trouve en communication avec ce balai auxiliaire, par l'intermédiaire du segment correspondant du collecteur, l'aiguille du galvanomètre dévie.

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1109, p. 200.

Lorsqu'une section de l'induit est en court-circuit, la dynamo ne donne pas parfois de courant et, de plus, il se produit de fortes étincelles lors du passage des balais sur le segment du collecteur correspondant à la section défectueuse.

Le dispositif que représente la figure 118 peut aussi être

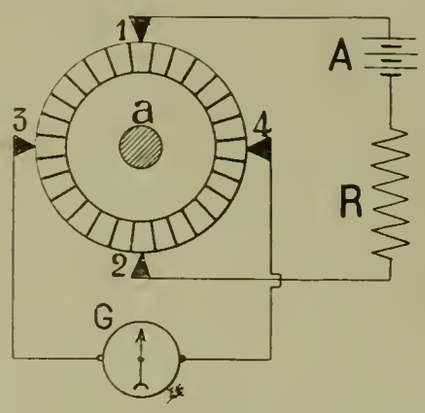


Fig. 118.

employé pour la recherche de la section d'induit défectueuse : il ne diffère du précédent que par les connexions du galvanomètre. dont un des conducteurs, au lieu d'être relié à l'arbre *a*, est muni d'un fil souple terminé par un balai mobile 4. Le balai 3 étant fixé sur le collecteur, on cherche pour le balai 4 une position telle que l'aiguille du galvanomètre ne dévie pas. On compte alors le nombre de segments du collecteur compris entre les balais, sur chaque côté; le côté qui contient le plus grand nombre de segments est celui dans lequel se trouve la bobine en court-circuit. En continuant les essais sur le côté défectueux, on arrive facilement à localiser le dérangement et à déterminer la position exacte de la bobine en court-circuit ; à ce moment, les balais 3 et 4 se trouvent sur les deux segments voisins du point défectueux et la déviation de l'aiguille du galvanomètre est nulle.

Ce dispositif présente l'avantage de permettre de trouver la section défectueuse, sans que l'on soit obligé de dessouder les connexions du collecteur, opération délicate et difficile, surtout quand on ne dispose pas de l'outillage nécessaire.

Enfin, on peut encore procéder à la recherche du défaut, également sans qu'il soit nécessaire de dessouder les connexions, en faisant passer dans l'induit, d'un balai à l'autre, un courant d'intensité convenable, telle qu'il se produise une chute de tension entre les segments du collecteur. Il faut s'assurer que les balais n'appuient pas sur plus d'un segment.

La figure 119 donne le schéma de l'installation. On relie l'une des bornes d'un voltmètre V de grande résistance ou d'un galvanomètre à l'un des balais 1 et l'autre au bâti de la dynamo. L'instrument qui convient le mieux pour cet essai est un galvanomètre d'Arsonval de grande résistance, dont la sensibilité peut être modifiée à volonté au moyen d'un rhéostat R monté en série avec lui. Le défaut se trouvant compris dans le circuit du galvanomètre et la résistance pouvant varier dans de grandes limites, il importe de pouvoir modifier à volonté la sensibilité du galvanomètre, afin d'obtenir des déviations convenables.

On fait tourner lentement l'induit à la main, après avoir relié les balais respectivement à un circuit comprenant une batterie d'accumulateurs B et un ampèremètre A. Lorsque, dans le mouvement de rotation de l'induit, le segment du collecteur relié à la bobine défectueuse se trouve sous le balai 1, on obtient la déviation minimum du galvanomètre, car alors les deux extrémités du circuit du galvanomètre coïncident. La déviation est, au contraire, maximum quand le défaut se trouve le

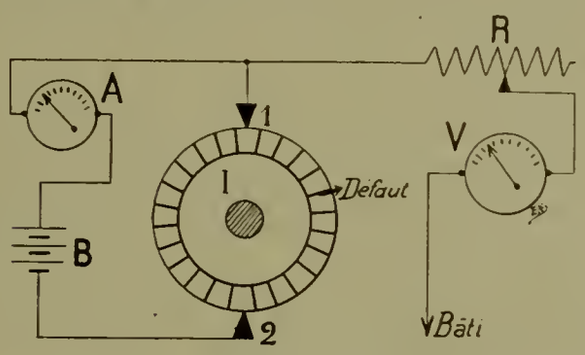


Fig. 119.

plus éloigné du balai 1, c'est-à-dire quand il est en contact avec le balai 2.

Lorsque c'est le segment du collecteur qui a une perte à la terre par l'intermédiaire du bâti, la déviation du galvanomètre est nulle, car le galvanomètre est en court-circuit à travers le défaut.

Le dérangement peut aussi se trouver dans l'une des deux sections de l'induit reliées au segment du collecteur. Il se produit alors une petite différence de potentiel entre les extrémités du circuit du galvanomètre et, par suite, une faible déviation. Pour reconnaître celle des deux sections qui est mauvaise, on note soigneusement la déviation du galvanomètre au moment où le balai appuie sur chacun des segments situés de part et d'autre de celui qui donne la plus faible déviation. Lorsque le défaut se trouve exactement au centre d'une section, les deux déviations sont égales.

Lorsque le court-circuit se produit dans deux sections différentes d'un induit, on s'en rend compte immédiatement par ce fait que les déviations du galvanomètre n'augmentent ou ne diminuent pas régulièrement dans toutes les positions que prend l'induit lorsqu'on le fait tourner.

Si l'enroulement de l'induit est en tambour, on peut localiser le défaut en procédant comme suit : on fixe une manivelle à l'extrémité de l'arbre et on excite la dynamo; pour obtenir un champ magnétique plus intense, on peut grouper en quantité les deux bobines inductrices lorsque la machine est bipolaire. Cela fait, on a beaucoup de peine à faire tourner l'induit ou, du moins, on ne peut le faire tourner que très lentement, sauf lorsqu'il occupe une certaine position où la rotation s'effectue facilement. Lorsque cette position est atteinte, on marque à la craie l'induit à ses deux extrémités en regard du milieu des pièces polaires. Dans cette position, les deux moitiés de l'enroulement en tambour sont opposées l'une à l'autre, tandis que dans toute autre position le courant passant dans le court-circuit a une très grande intensité. On a reconnu expérimentalement que le défaut, dans ces conditions, se trouve alors toujours du côté du collecteur et dans la dernière moitié de l'enroulement. Un court-circuit, dû à des poussières de cuivre établissant une communication entre plusieurs lames de collecteur, suffit pour empêcher la dynamo de produire du courant. Un examen minutieux du collecteur, au besoin accompagné d'essais effectués à l'aide d'une pile ou d'un galvanomètre que l'on peut remplacer par une sonnerie, permet de retrouver le point défectueux.

f). Court-circuit en un point quelconque de la canalisation. — On a déjà indiqué en C] le moyen de reconnaître si le court-circuit existe dans la dynamo ou dans le circuit extérieur.

Si le défaut se trouve dans le circuit extérieur, on rétablit brusquement les connexions du circuit extérieur avec la dynamo mise en marche et, au point défectueux de la canalisation, le coupe-circuit, s'il y en a un, fond, ou bien, dans le cas contraire, le conducteur chauffe et son enveloppe isolante peut être brûlée. Cet essai doit être fait en prenant les plus grandes précautions, afin d'éviter tout risque d'incendie, soit par la production de fortes étincelles, soit par la fusion d'un conducteur à l'endroit où existe le défaut.

Si le court-circuit entre les conducteurs de la canalisation est tel que les deux fils se touchent complètement, au lieu d'être une perte plus ou moins forte, il est probable qu'au moment même où l'on fermerait le circuit sur la dynamo, la courroie qui la commande s'échapperait de la poulie. Dans ce cas d'un court-circuit franc, on doit rechercher le point défectueux en procédant de la manière suivante : on met d'abord tous les récepteurs hors circuit en détachant les conducteurs qui les relient à la canalisation et les laissant isolés. Cela fait, on prend une pile formée de plusieurs éléments, dont on relie l'un des pôles, par l'intermédiaire d'un galvanomètre, avec un des conducteurs principaux de la canalisation, tandis que l'autre est relié à l'autre pôle de la pile, bien entendu après les avoir détachés des bornes du tableau de distribution. Si la canalisation est en bon état, l'aiguille du galvanomètre ne dévie pas; s'il y a un court-circuit, l'aiguille dévie et, dans ce cas, il faut, pour localiser le dérangement, détacher d'abord tous les circuits secondaires de la canalisation principale, ce qui est facile au moyen des coupe-circuits, et l'on procède alors à l'essai du circuit principal. Si l'aiguille du galvanomètre ne dévie pas, le circuit principal est en bon état et il faut rechercher le défaut en essayant

successivement tous les circuits secondaires. On localise ainsi le dérangement et il est facile de le réparer.

Si l'essai fait reconnaître que toute la canalisation, ainsi que les circuits secondaires sont en bon état, il faut alors rechercher le défaut entre le tableau de distribution et les extrémités des conducteurs qui se fixent dans les bornes de la dynamo. On procède toujours de la même manière pour localiser le défaut soit dans les conducteurs allant de la dynamo au tableau, soit dans le tableau lui-même.

Un court-circuit, comme celui qui se produit parfois dans les supports de lampes à incandescence ou dans les démarreurs des moteurs, est quelquefois suffisant pour empêcher la dynamo de produire du courant. Dans ce cas, si les essais n'ont pas fait découvrir le dérangement dans la canalisation, dans le tableau ou dans les conducteurs reliant ce dernier à la dynamo, il convient de vérifier soigneusement les divers appareils récepteurs en faisant, au besoin, des essais avec une pile et le galvanomètre ou avec une pile et une sonnerie. Le point défectueux se trouve alors facilement.

Il est nécessaire, lorsqu'un court-circuit se produit dans le circuit extérieur, d'isoler complètement ce dernier de la dynamo jusqu'à ce qu'il soit reconnu et réparé.

(A suivre.) J.-A. M.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

DYNAMOS

Echauffement dans les machines électriques.

MM. H. Symons et Mills Walker ont présenté en janvier dernier, devant l'Institution anglaise des ingénieurs électriciens, un travail sur ce sujet. Ils parlent des méthodes destinées à déterminer la température qui s'élève dans les machines électriques et donnent des chiffres sur la conductivité calorifique et sur les matières isolantes. Ils examinent également les méthodes employées pour dissiper la chaleur au moyen d'une circulation d'air et donnent un récit des expériences réalisées dans le but de déterminer la quantité de chaleur absorbée par l'air dans différentes conditions à travers des conduits de ventilation. Nous résumerons brièvement comme il suit le travail des conférenciers.

Ils commencent par dire qu'afin d'obtenir une production aussi grande que possible d'une génératrice électrique ou d'un moteur déterminé, on doit étudier d'une manière très précise le moyen de dissiper la chaleur engendrée dans le fer et dans le cuivre. La chaleur produite dans une partie quelconque a un chemin défini qu'elle parcourt depuis le point d'origine jusqu'à l'endroit où elle quitte l'appareil. Ainsi quelques-unes des pertes de RI^2 dans les conducteurs de l'induit passent à travers une certaine épaisseur d'isolant jusqu'à l'air entourant les bobines, tandis que la chaleur engendrée dans le cuivre, dans les rainures, passe à travers l'isolement jusqu'au fer où elle se rencontre avec la chaleur produite dans le fer et ensemble ces deux quantités de chaleur sont amenées aux conduits de ventilation et transportées dans l'air extérieur. Nous pouvons donc imaginer des lignes de chaleur suivant dans la machine des chemins déterminés à partir du point d'origine jusqu'au point de décharge. En quelques points, il peut y avoir concentration et il est utile de l'éviter; dans d'autres, le courant calorifique passe sans amener un degré excessif de température. Aux angles droits des lignes de chaleur nous pouvons imaginer des surfaces isothermes qui renferment des points de température maximum les plus faibles possible, nous devons rechercher toutes les méthodes au moyen desquelles la chaleur peut être dissipée, soit par conduction, soit par convection, soit par radiation.

Les métaux étant bons conducteurs, toute chaleur produite dans les parties de cuivre ou de fer se distribue elle-même dans toute la masse; mais les substances isolantes étant de faibles conducteurs calorifiques provoquent souvent des températures excessives dans les bobines qu'elles isolent. Il est donc désirable que le constructeur connaisse les chiffres spécifiques relatifs à la conductivité calorifique de chaque partie de la machine, afin qu'il puisse savoir la différence de température qui se produira entre deux points quelconques sur le chemin où passe le courant calorifique. On a réalisé maintes fois des calculs et des mesures sur la conductivité calorifique des bobines, des tôles perforées, feuilletées, etc., etc., mais les auteurs de ces travaux n'ont pu donner des chiffres sur la conductivité calorifique des substances isolantes montées de la manière ordinaire, telles qu'on les trouve dans les machines électriques. C'est pourquoi on peut penser qu'il serait intéressant d'effectuer ces mesures à la fois sur la conductivité spécifique des substances isolantes communément employées et sur l'effet de cette conductivité en introduisant des espaces d'air tels qu'ils sont dans les machines électriques. Deux sortes d'essais ont été faits. D'abord un essai de laboratoire sur la conductivité spécifique de la chaleur pour des matériaux montés de

différentes manières; deuxièmement des essais sur des génératrices électriques dans des conditions normales de fonctionnement

Dans les conclusions que posent MM. Symons et Walker, ils déclarent que, dans les dispositifs adoptés pour le refroidissement des grandes machines électriques, on doit envisager les points principaux suivants :

1° Disposer de suffisamment d'air pour dissiper la chaleur produite. Si l'on dispose de 2,83 m^3 d'air par kilowatt, la dissipation est, en général, suffisante. Si la conductivité pour l'échauffement de toutes les parties est suffisamment bonne et que l'air soit distribué de manière à ne recevoir qu'une température de 32°C, il suffira de 1,69 m^3 d'air par minute pour garder la machine en dessous de 45°C;

2° On doit disposer d'une surface suffisante de refroidissement pour communiquer la chaleur à l'air;

3° Pour les conduites de ventilation, on doit se servir de la formule :

$$h_v = 0{,}0014\ v$$

dans laquelle h_v représente le nombre de watts par cm^2 de surface de refroidissement et par degré C de différence de température entre la surface et l'air et v est la rapidité moyenne de l'air dans la conduite en mètres par seconde;

4° Pour le refroidissement de la surface des rotors et de la face interne cylindrique des stators, on doit prendre la formule :

$$t^0 = \frac{333 \times \text{watts par cm}^2}{(1 + 0{,}1\ v)};$$

5° Pour trouver la différence de température entre une bobine d'induit et le fer environnant, on peut adopter la méthode détaillée dans le travail de MM. Symons et Walker et que nous ne pouvons donner ici;

6° Pour trouver l'élévation de température de la surface de bobines de fil sur lesquelles l'air est envoyé avec une rapidité de v mètres par seconde, nous pouvons prendre la formule :

$$h_a = 0{,}0011\ (1 + 0{,}54\ v^2);$$

7° Ce travail donne également une méthode pour trouver la différence de température existant entre l'intérieur d'une bobine de fil et sa surface extérieure. — A. H. B.

ÉLECTRICITE GENÉRALE

RECHERCHES

Les décharges électriques de la pluie.

Dans une communication faite à l'Académie des Sciences, M. Flajolet, assistant à l'observatoire de Lyon, indique les dispositions qu'il a adoptées, à l'instigation de M. Ch. André, pour enregistrer les orages au moyen des appareils de la télégraphie sans fil. Il a utilisé à cet effet le poste installé à l'observatoire de Lyon pour la réception des dépêches de la tour Eiffel. Mais, pour le but spécial qu'il se proposait, il a dû employer un détecteur à cristaux et l'enregistrement photographique. Avec ce dispositif, le cyclone qui a sévi à Caen et à Beauvais dans la nuit du 4 au 5 mars dernier a traduit ses manifestations électriques à Lyon (460 kilomètres) pendant un long temps. Toute manifestation orageuse un peu intense peut ainsi être enregistrée dès qu'elle est à moins de 500 kilomètres, c'est-à-dire, d'après la vitesse moyenne de translation des dépressions orageuses, vingt-quatre heures d'avance.

M. Baldit a fait au Puy-en-Velay, pendant les sept derniers mois de 1911, une nouvelle série d'observations sur les charges électriques de la pluie, confirmant entièrement les résultats obtenus en 1910. M. Baldit a effectué pendant toutes les pluies, à des intervalles de quinze secondes, du 16 mai au 22 décembre 1911, 11 336 mesures électrométriques, dont 8400 se rapportent à des pluies chargées d'électricité positive et 2936 à des pluies chargées d'électricité négative. Un résultat nouveau et très important consiste en ce que ce sont particulièrement les pluies non orageuses qui présentent la prédominance de l'électricité positive : les pluies positives non orageuses l'emportent, comme durée, dans le rapport de 7,5 à 1 sur les pluies négatives non orageuses. Ce sont cependant les pluies négatives qui ont donné la plus forte charge électrique le 14 juillet, sur le bord d'un orage. Le 21 août, lors d'une chute de foudre voisine, la charge de la pluie a passé, immédiatement après l'éclair, du signe positif au signe négatif qu'elle a gardé près de cinq minutes.

Nouvelles recherches sur l'électricité de la torpille.

La *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* signale de nouvelles recherches intéressantes auxquelles se sont livrés des zoologues américains sur l'électricité de la torpille. On sait que ce singulier poisson dégage des décharges électriques, et l'on a constaté que les décharges en question peuvent être violentes au point de paralyser, pour un laps de temps prolongé, un homme qui en est frappé. L'appareil électrique de la torpille est formé, pour ainsi dire, de deux batteries de réserve disposées à la base et des deux côtés de la tête. Ces deux batteries présentent une certaine analogie avec les batteries modernes d'automobiles, à cette réserve près que, par rapport à leur poids minime, elles développent une quantité d'énergie

bien plus considérable. Dans chacun des corps ovales des deux côtés de la tête, on rencontre 470 cellules contenant une masse gélatineuse; c'est dans ces cellules que l'énergie électrique se trouve emmagasinée. Le courant électrique lui-même provient du système nerveux du poisson L'électricité présente dans les deux batteries d'accumulateurs peut s'épuiser même complètement; on a, en effet, constaté que le poisson, quand on l'irrite et qu'il est amené à émettre une série de décharges consécutives, devient pour un certain temps inoffensif. Si on sectionne les nerfs se rendant aux cellules, il se trouve entièrement désarmé. Une torpille adulte atteint un poids d'environ 30 kg et peut, d'une seule décharge électrique, renverser un cheval.— G.

L'Electricité tirée directement de la chaleur.

Nous empruntons à l'*Electrical Engineering*, l'information suivante :

Le Dr J.-A. Harker et le Dr G.-W.-C. Kaye ont récemment donné lecture, devant la Société royale de Londres, d'un mémoire intitulé : « De l'émission d'électricité par le carbone porté à de hautes températures. » Ils décrivent dans ce mémoire quelques nouveaux phénomènes par eux découverts. Ils ont, en effet, constaté que si on introduit deux électrodes de charbon isolées dans un four à résistance formé d'un tube de charbon que l'on porte à une température élevée, si en outre on relie ces électrodes extérieurement par un ampèremètre convenable; si enfin une des électrodes est brusquement tranférée dans une partie plus froide ou plus chaude du four, il se produit dans le circuit, et cela sans l'application de quelque potentiel extérieur, un courant momentané de retour. De cette manière, on a obtenu des courants s'élevant jusqu'à 2 ampères. Suivant les auteurs du mémoire ci-dessus, la production d'un courant alternatif est ainsi rendue possible par l'emploi d'un dispositif périodique approprié, et l'on peut produire un courant continu en modifiant l'appareil, de manière à avoir une grande et permanente différence de température entre les électrodes. On a obtenu de cette manière un courant de 0,8 ampère pendant quelques minutes et un courant de 0,1 ampère pendant plus d'une heure, en refroidissant par l'eau une des électrodes.

Les courants obtenus ressembleraient à ceux produits par une décharge de corpuscules négatifs provenant de l'électrode chaude. A des températures plus basses, on a aussi noté des courants positifs, mais ayant des ampleurs bien plus réduites. Les observations jusqu'ici effectuées ont été faites à la pression atmosphérique. L'ionisation de l'atmosphère du four, à de hautes températures, était si considérable que des f. é. m. toutes petites, appliquées à deux électrodes exploratrices, donnaient lieu à des courants constants d'une grandeur relativement énorme. Par exemple, avec 8 volts, on a provoqué des courants s'élevant jusqu'à 10 ampères dans le cas d'une température d'environ 2500° C. Quelques-unes des observations ont été renouvelées avec des fours non électriques.

Pour étudier l'origine du courant en question, les inventeurs ont utilisé un appareil modifié, consistant en un tube de charbon chauffé par le four électrique. A l'intérieur de ce tube de charbon se trouve un tube de laiton maintenu froid par une réfrigération hydraulique. Sur le tube de charbon, l'on obtient un courant se rendant au laiton à travers l'intervalle qui les sépare de l'entrefer. On constate que le laiton se recouvre d'une couche de charbon volatilisé. Les corpuscules de charbon projetés sur le tube en laiton semblent véhiculer le courant, lequel est bien plus puissant que celui que l'on pourrait s'imaginer comme transporté par des ions se déplaçant au travers d'un gaz à la pression atmosphérique. Jusqu'ici MM. Harker et Kaye n'ont pas encore cherché sérieusement à provoquer, par cette même méthode, des courants de plus de 2 ampères. — G.

ÉLECTROCHIMIE

Le fer électrolytique.

On lit dans la *Gazette de Francfort* qu'un chimiste de Berlin, M. le professeur Franz Fischer, est parvenu à préparer, par électrolyse, du fer chimiquement pur qui présente des propriétés fort remarquables. Pour extraire le métal de la solution aqueuse de son sel, il faut employer des intensités de courant très élevées, jusqu'à 200 ampères pour 1 m² de surface. On obtient ainsi des plaques solides mesurant jusqu'à 5 mm d'épaisseur, qui se laissent facilement étirer et tréfiler. Alors que le fer ordinaire est, le plus souvent, très dur, le fer électrolytique, dont le degré de pureté atteint 99,99 0/0, offre une dureté très minime. Recuit, il devient mou au point qu'on peut le couper en de grandes tranches, au moyen d'un couteau. Au point de vue de la dureté absolue, le fer électrolytique recuit se rapproche de l'aluminium, mais on augmente considérablement sa dureté quand on l'étire à froid. Le même fer électrolytique se prête particulièrement à la soudure et, par suite, il trouve un emploi avantageux dans la soudure autogène. Son point de fusion se rencontre dans les environs de 1600° C; c'est là un chiffre sensiblement plus élevé que celui du point de fusion du fer ordinaire, ce dernier fondant plus facilement en raison du carbone qu'il contient. Une entre-

prise métallurgique de Dresde a entrepris la fabrication industrielle du fer électrolytique, lequel possède la propriété, précieuse pour l'électrotechnique, de s'aimanter très rapidement et de perdre tout aussi vite l'aimantation qu'on lui a donnée. — G.

FORCE MOTRICE

Stations anglaises d'électricité alimentées par vapeur et gaz perdus.

La Compagnie Waste Heal and Gas Electrical Generating Stations, qui dessert tout le district de Tyneside depuis plusieurs années, continue à obtenir de bons résultats et vient de distribuer un dividende de 8 0/0 pour l'année 1911.

La nouvelle station génératrice de Grangetow pour l'utilisation de la vapeur d'échappement des usines de la Tees Furnace C° vient d'être achevée et est maintenant en service. Les nouvelles stations de Port-Clarence et de Ayresonne, chacune de 3200 ch, sont encore en construction, mais seront finies en avril prochain. L'installation de la station de Redcar n'est pas encore commencée. Enfin la Bankfoot Power C° a terminé ses extensions à sa station génératrice de Bankfoot et construit une autre station à Bowden Close. — A.-H. B.

Station génératrice d'Alloa (Ecosse).

On vient de mettre en service à Alloa (N.-B.), un matériel générateur supplémentaire; il consiste en un moteur à gaz type horizontal à double cylindre de 240 ch avec 10 0/0 de surcharge pendant deux heures ayant une vitesse angulaire de 170 tours par minute quand il fonctionne sur gazogène à coke; en cas de besoin on l'alimente avec le gaz de ville. Chaque cylindre est muni d'une double magnéto et de deux bougies d'allumage séparées. La dynamo est à vitesse faible, à courant continu, directement accouplée et fournit 340 ampères sous 440-475 volts avec une surcharge de 15 0/0 pendant deux heures. Deux groupes à gaz complets de ce genre ont été installés. Les gazogènes sont alimentés en charbon au moyen de dispositifs entièrement mécaniques. — A.-H. B.

Bibliographie

Ueber Wærmeübergang auf ruhige oder bewegte Luft sowie Lüftung und Kühlung elektrischer Maschinen *(Passage de la chaleur dans l'air atmosphérique calme ou agité; aération et refroidissement des machines électriques)*, par le Dr Ludwig Binder. Un volume, format 245 × 170 mm, de IV-122 pages, avec 45 figures. Prix, broché : 5,7 mark. (Halle-sur-Saale, Wilhelm Knapp, éditeur, 1911.)

La question de savoir comment la chaleur se transmet de la surface d'un corps donné dans l'air ambiant, calme ou agité, a déjà fait l'objet de nombreuses recherches depuis Newton (1680).

Ce sont ces recherches qu'a reprises M. Ludwig Binder en écrivant l'étude ci-dessus, qu'il a divisée en deux parties et quatre sections, savoir :

Partie I. Conductibilité extérieure de la chaleur : 1re section, Rayonnement; 2e section, Conductibilité et convection.

Partie II. Echauffement des machines électriques : 1re section, Aération; 2e section, Refroidissement.

L'auteur a cherché à calculer la dissipation de la chaleur dans l'air au moyen de l'équation différentielle de la conductibilité de cette même chaleur. Il arrive à constater que la quantité de chaleur transportée peut être uniformément représentée par la formule

$$Q = C_1 \sqrt{L.(1 + C_2 v) v}$$

(L = longueur de la surface de chauffe, v = vitesse de l'air, C_1 et C_2 = des constantes) ou encore, pour des vitesses non trop minimes, sous la formule $Q = C_1 + C_2 v$.

Il décrit ensuite l'aération des machines électriques et la calcule en tenant compte du travail produit et de l'échauffement propre de l'air. A l'aide du principe de superposition et des principes exposés dans la première partie de son étude sur le passage de la chaleur dans l'air, M. Binder donne enfin la solution du problème essentiel qu'il s'agit de résoudre : la détermination de l'échauffement des machines électriques. Il explique enfin, par un exemple pratique, la méthode de calcul qu'il a adoptée.

L'Année scientifique et industrielle, fondée par Louis Figuier. 55e année, 1911, par Emile Gautier. Un volume, format 19 × 12 cm, de 392 pages, avec 87 figures. Prix : 3,50 fr. (Paris, Hachette et Cie, éditeurs.)

La librairie Hachette et Cie vient, pour la cinquante-cinquième fois, de mettre en vente le volume qu'elle publie chaque année sous le titre l'*Année scientifique et industrielle*.

Dans ce nouveau volume, M. Emile Gautier, dont le grand talent de vulgarisation est bien connu de tous, résume fidèlement tous les grands faits intéressant la science survenus au cours de l'année écoulée.

Nous signalerons en particulier, parmi les divers chapitres du volume, les articles relatifs à la navigation aérienne, — à la télégraphie avec et sans fil, — à la télé-

phonie, — à la protection contre la grêle, — à la synthèse du saphir, — aux champignons comestibles, — au sens de l'espace, — aux nouvelles idées sur la tuberculose, — à la réflexothérapie, — aux nouveaux traitements de l'obésité, — à la fièvre aphteuse, — aux lampes-pièges à acétylène pour la destruction de la cochylis, — à la houille blanche dans le sud-est, — à l'automobile agricole, — aux progrès accomplis dans l'éclairage des phares et des bouées, — à l'éclairage au néon, — à l'allumage à distance et aux robinets allumeurs, — au bloc gaz système Picot, — à l'hélice aérienne, — au métropolitain de Paris, — aux multiples faits géographiques de l'année, etc., etc.

On le voit, non moins que ses devanciers, ce livre qui enregistre aussi fidèlement les multiples découvertes effectuées dans les diverses branches de la science et de l'industrie, constitue un précieux ouvrage dont la place est marquée en permanence parmi les livres documentaires que chacun doit posséder à portée de la main.

La Matière et les forces de la nature, par D. Brisset. 2e édition, revue et augmentée. Un volume, format 19 × 13 cm, de 110 pages, avec figures. Prix : 3 francs. (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs.)

Fortschritte der Elektrotechnik. *Les Progrès de l'Electrotechnique*, par le Dr Karl Strecker. 25e année, 1911, 2e fascicule. Un volume, format 24 × 16 cm, pages 313 à 648. Prix : 10 mark. (Berlin, Julius Springer, éditeur).

Bureau des longitudes. L'éclipse de soleil du 17 avril 1912. Brochure, format 25 × 16 cm, de 16 pages, avec 5 figures et une carte. Prix : 1,50 fr. (Paris, librairie Gauthier-Villars).

Il y a plus de 200 éclipses par siècle, mais la France n'en voit que 2 ou 3. Cependant, le 17 avril, une éclipse de soleil sera presque totale à Paris et dans les environs elle sera tout juste totale ou annulaire.

De quelles villes sera-t-elle visible? Quelle sera son importance. A quelle heure aura-t-elle lieu? Quels phénomènes curieux pourront être observés? Autant de questions dont on trouvera les réponses dans la présente brochure.

L'année électrique, électrothérapique et radiographique, revue annuelle des progrès électriques en 1911, par le Dr Foveau de Courmelles. Un volume, format 18 × 11,5 cm, de 384 pages. Prix 3,50 fr (Paris, librairie Ch. Béranger, éditeur).

Pour la douzième fois, l'auteur vient de publier sa revue annuelle des progrès réalisés pendant l'année qui vient de finir en décrivant les nouvelles applications de l'énergie électrique. Une moitié de ce volume est consacrée à l'électrothérapie, à l'électrophysiologie, à la radiographie, à la radiothérapie, à la photothérapie, au radium et à la radioactivité, questions pour lesquelles l'auteur est des plus compétents.

Actualités scientifiques, par Max de Nansouty. Un volume, format 20 × 13 cm, de 348 pages. Prix : 3 fr. (Paris, Boisvin et Cie, éditeurs.)

Le livre annuel des *Actualités scientifiques*, de M. Max de Nansouty, vient de paraître. On peut dire qu'il était, comme à son ordinaire, attendu, car il donne, sous une forme particulièrement attrayante et appréciée, le résumé scientifique et méthodique de ce qui a constitué l'ensemble des progrès pendant l'année écoulée : en aviation, en aérostation, en physique et chimie, en climatologie et météorologie, en hygiène, etc. Les gros événements de cette période technique auront été l'électrification des voies ferrées, les applications du froid industriel, la rédaction des cartes aéronautiques dont va devoir être pourvue la flotte aérienne qui se construit. On verra, dans cet ouvrage, comment la télégraphie sans fil est en mesure de donner désormais « l'heure en mer » et de permettre aux marins de « faire le point » en tous lieux, entre le ciel et l'eau. Les travaux des hygiénistes ont porté, avec une véritable nécessité, sur la production et la consommation du lait et de la viande; les recherches des chimistes ont défini et conquis l'industrie des textiles artificiels, en même temps que les expériences des physiciens étendaient leur domaine sur l'éclairage par les lampes à vapeur métalliques et sur les tubes à gaz raréfiés parmi lesquels les curieux « tubes au néon ». Il n'est point aisé de prendre une notion précise de tout cela à moins de lire de volumineux travaux scientifiques dont on a grand peine, d'ailleurs, à tirer des conclusions pratiques. C'est cette lecture préalable dont M. Max de Nansouty, en vulgarisateur inlassable, apporte le clair et laborieux résumé à ses fidèles lecteurs.

L'électricité domestique. *Guide élémentaire et pratique permettant à tous d'établir sans difficultés les canalisations intérieures alimentées par une batterie de piles ainsi que l'installation des appareils*, par Georges Mis. Un volume, format 19 × 12 cm de XVI-184 pages, avec 154 figures. Prix : 2,50 fr. (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs).

Tous ceux, et ils sont nombreux, qui ont le désir de monter une batterie de piles et d'installer des sonneries, des réveils, des tableaux d'appel, des allumoirs électriques, en un mot les nombreux appareils si commodes dans un intérieur, n'ont qu'à prendre pour guide cet excellent guide qui leur donnera les instructions les plus précises et les plus claires.

L'expérience est le meilleur des maîtres et c'est pourquoi l'auteur a pu exposer d'une manière aussi compréhensible les règles qui lui ont été indiquées par la pratique, car il décrit ses propres travaux. L'amateur ainsi que le praticien, en suivant les conseils de M. Mis, évitera bien des déboires.

Excellent travail sous tous les rapports dont le succès justifiera l'utilité.

Nouvelles

Création d'un étalon international de radium.

Une commission internationale, comprenant les savants auxquels on doit les découvertes les plus importantes en radioactivité, va se réunir prochainement au laboratoire de Mme Curie pour conférer au sujet de l'adoption définitive d'un étalon international de radium. La création de cet étalon a été décidée par le congrès de radiologie et électricité de Bruxelles de 1910, et une commission composée de savants des différentes nationalités intéressées a été nommée pour s'occuper de cette question. Les membres de cette commission sont : Allemagne, professeurs Hahn et H. Geitel; Angleterre, professeurs Ruthesford et Soddy; Autriche-Hongrie, professeurs Stephan Meyer et Sweidler; Etats-Unis et Canada, professeurs Boltwood et Eve; France, Mme Curie et M. A. Debierne.

Cette commission a demandé à Mme Curie de bien vouloir se charger de la préparation de l'étalon international. Elle était tout naturellement désignée pour exécuter cette besogne particulièrement délicate, non seulement à cause de la découverte du radium, mais aussi par ses travaux classiques sur la préparation du radium pur et sur la détermination du poids atomique de cet élément.

L'illustre savante a établi le précieux étalon au mois d'août dernier avec du chlorure de radium pur, préparé et purifié spécialement par elle. L'étalon est constitué par un petit tube de verre mince d'environ 3 mm de diamètre et 3 cm de long, qui contient une quantité exactement pesée de chlorure de radium pur (environ 2 centigrammes). Le tube est scellé et porte un petit fil de platine soudé au verre, qui établit une communication électrique entre l'intérieur du tube et l'extérieur. Cette dernière précaution a pour objet d'éviter que les rayons du radium ne produisent de petites étincelles électriques au travers du tube de verre, étincelles qui pourraient provoquer la rupture du tube.

Le petit tube de radium qui doit servir d'étalon international sera probablement déposé au Bureau international des poids et mesures. Des étalons secondaires seront préparés par divers laboratoires scientifiques ou officiels et leur teneur en radium sera établie par comparaison avec l'étalon international, en déterminant l'intensité des rayons qui auront traversé plusieurs millimètres de plomb. Les rayons qui sont ainsi utilisés sont les rayons *gamma*. Divers étalons secondaires seront mesurés par les membres de la commission lors de leur prochaine réunion.

Le sel de radium, qui a servi à la préparation de l'étalon international, a été prélevé sur la petite provision de radium qui appartient à Mme Curie, et qui n'est pas seulement employée par elle, dans ses recherches personnelles, mais qui est mise aussi à la disposition des travailleurs de son laboratoire. Les membres de la commission ont décidé de demander à leurs gouvernements respectifs de rembourser à Mme Curie la valeur du radium employé pour la préparation de l'étalon international.

La nécessité d'un étalon de radium s'est imposée depuis quelque temps déjà aux savants qui s'occupent de radioactivité, car dans des travaux très importants, les résultats numériques obtenus dépendent essentiellement d'une comparaison avec une quantité connue de radium et, à cause des difficultés de purification du radium, il existait des différences importantes entre les tubes qui servaient d'étalons dans les différents laboratoires.

En dehors de l'intérêt purement scientifique dont nous venons de parler, il y a un intérêt important d'ordre commercial et industriel à établir un étalon de radium. On sait, en effet, que le radium constitue la matière la plus coûteuse qui soit vendue commercialement. Son prix actuel est de 400 000 francs le gramme de bromure, et il sera probablement augmenté. Jusqu'à présent, il était difficile aux acheteurs et aux fabricants de s'accorder sur la quantité réelle de radium qui était contenue dans les produits vendus. Lorsque l'étalon international sera officiellement adopté, les produits commerciaux seront tout naturellement comparés à cet étalon.

Enfin, les applications médicales du mystérieux élément découvert par Mme Curie et son mari deviennent de plus en plus importantes. On cite des cas où des résultats merveilleux ont été obtenus. La plus grande partie du radium fabriqué par l'industrie est employée par les médecins. Il est évident qu'il est de la première importance pour ces praticiens d'être renseignés exactement sur la quantité de radium dont ils se servent. La création d'un étalon international répond donc à des besoins très réels et très variés et le petit tube préparé par Mme Curie ne sera pas seulement un objet de curiosité scientifique.

Parmi les autres décisions de la commission internationale du radium, il convient de signaler l'adoption d'une unité particulière pour la détermination des quantités d'émanation du radium,

gaz radioactif dont la vie est essentiellement éphémère et qui est produit continuellement par le radium. On lui attribue avec beaucoup de vraisemblance les propriétés curatives de certaines eaux minérales. L'unité adoptée a été la quantité d'émanation en équilibre avec 1 gr de radium Cette unité a reçu le nom de *curie*. Une unité secondaire mille fois plus petite, qui correspond à l'émanation en équilibre avec 1 milligramme de radium a été appelée *millicurie*.

*
* *

Congrès de l'Union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local.

Par suite des conditions climatériques de la Norvège et aussi en considération de la question des logements, le Congrès de Christiania se tiendra du 2 au 5 juillet prochain.

Afin de donner aux membres du Congrès l'occasion de visiter les Fjords les plus intéressants de la côte occidentale de la Norvège, le Congrès se terminera, très probablement, par une excursion à Bergen.

*
* *

Le transport d'une turbine de 25 000 ch.

Dernièrement, la Compagnie électro-mécanique du Bourget devait livrer à la Société d'électricité de Paris une gigantesque turbine à vapeur de 25 000 ch.

Cette machine pèse 140 tonnes et son transport de l'atelier de construction à l'usine fut un véritable tour de force. En effet, les deux parties essentielles de la turbine, le rotor et le stator, durent être transportées, la première tout d'une pièce, la seconde en deux morceaux; le rotor pèse 41 tonnes, le demi-stator 40 tonnes. Ajoutons-y un chariot de 12 tonnes et 3 tonnes de calages. Le rotor mesurait 3,06 m de diamètre et 7,675 m de long; le demi-stator mesurait 5,605 m de long sur 2 m de haut et 4 m de large.

Aucun wagon de chemin de fer ne pouvait supporter des pièces de cette taille et de ce poids. On dut faire le transport par voie de terre, mobiliser des attelages de 32 et 35 ch et leur imposer un trajet de près de 9 km. Il fallut étayer un pont sur lequel passait le convoi, repérer le long du trajet les points faibles ou dangereux de la route, le passage de canalisations d'eau, de gaz, etc., interrompre, en certains points, la circulation des voitures.

Ces divers voyages s'opérèrent sans incidents graves, à la vitesse moyenne de 900 m à l'heure. Le transport des trois pièces principales de la turbine n'a pas coûté moins de 10 000 fr. C'est, on e voit, un joli denier.

*
* *

La télégraphie et la téléphonie dans l'Amérique du Sud.

Le syndicat des Compagnies allemandes sud-américaines a acquis les trois quarts du capital-actions de la Compaña Telefonica y Telegrafica del Rio de la Plata, laquelle possède des lignes téléphoniques et télégraphiques à Buenos-Aires; il est en outre en possession de la moitié du capital-actions de la Compaña Telegrafica y Telefonica del Nacional, qui a plusieurs câbles vers Rosario. Le câble de la Compagnie germano-sud-américaine se termine à Pernambuco, et la Compagnie se prépare actuellement à le prolonger jusqu'à Buenos-Aires et de là vers d'autres villes.

*
* *

Câble téléphonique anglo-français.

Le navire câblier *Cambrian* a procédé, au commencement de février, à la pose d'un câble téléphonique entre cap Grisnez et Abbotscliff.

*
* *

Nouveau câble algérien.

Un projet de loi a été soumis aux Chambres françaises pour l'établissement d'un nouveau câble entre Marseille et Alger et la pose d'une nouvelle ligne aérienne entre Paris et Marseille pour le service de ce câble, qui doit être fabriqué durant l'hiver 1912-1913 et immergé au printemps de cette dernière année.

*
* *

La télégraphie et la téléphonie au Canada.

A la seconde Chambre canadienne, une proposition a été déposée tendant à la nomination d'une commission qui serait chargée d'étudier la question du rachat et de l'exploitation des installations télégraphiques et téléphoniques par l'Etat. Il a été proposé en même temps d'établir des lignes téléphoniques de raccordement, d'Etat, dans la partie occidentale du pays.

*
* *

Le téléphone franco-néerlandais.

Les Chambres françaises viennent d'être saisies de la convention destinée à régler le service de la correspondance téléphonique entre la France et les Pays-Bas par la Belgique.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Projecteurs électriques modernes.

Le type de projecteur que représente la figure 120 est employé en Allemagne pour les usages de la marine, de l'armée, de l'industrie, etc.

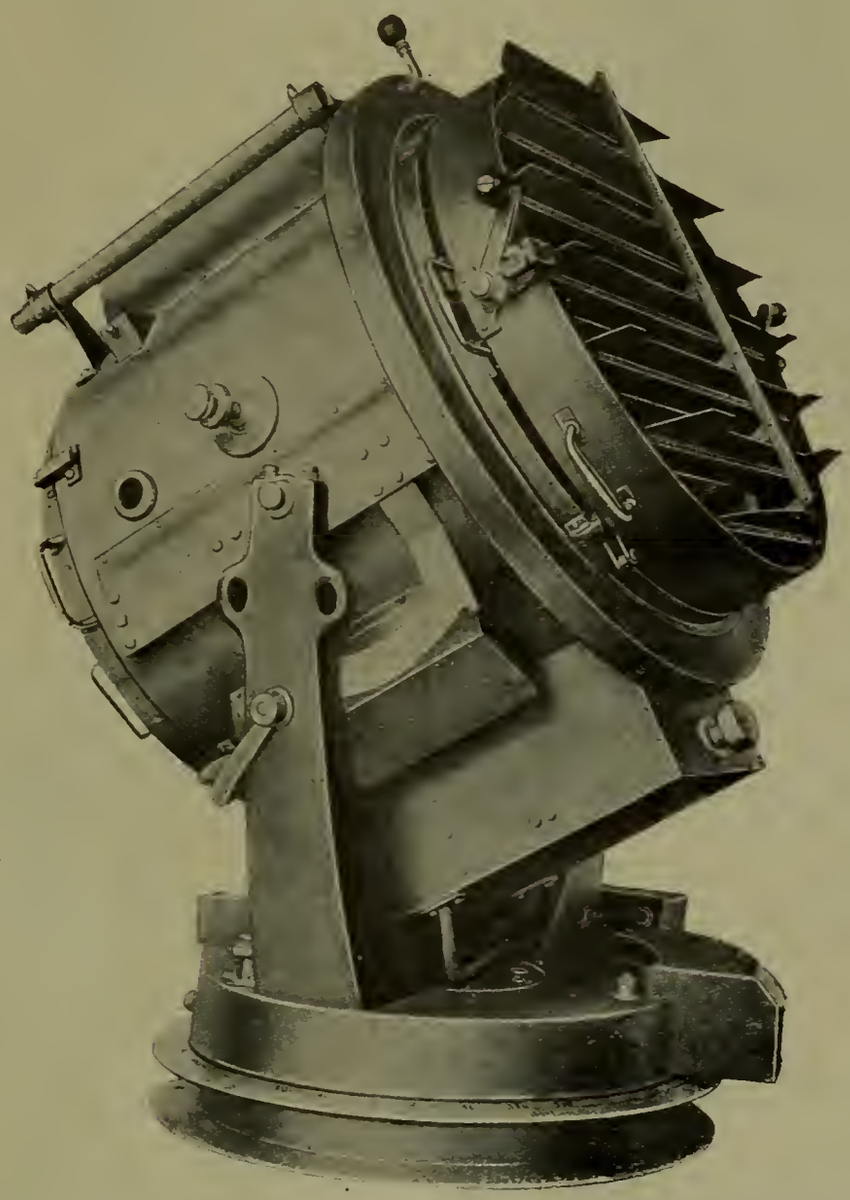


Fig. 120.

La lanterne est en tôle de fer ou en tôle d'aluminium; des canaux d'aération en labyrinthe sont ménagés à la partie supérieure et à la partie inférieure; elle peut être déplacée de 2 fois 30° dans le sens vertical et d'un tour complet, dans le sens horizontal; des fenêtres latérales permettent de surveiller l'arc; des portes donnent accès à l'intérieur; elle est munie d'un diaphragme iris, elle possède en outre, un diaphragme rapide à volets d'acier actionné à la main ou électriquement. Les projecteurs pour la télégraphie ont un viseur à prismes; à l'avant, la lanterne est fermée par un couvercle en lames de verre ou par un diffuseur en verre cannelé; on emploie aussi pour les grands appareils un système diffuseur formé de deux lentilles parallèles à axe vertical.

Le projecteur se compose essentiellement d'une lampe à arc et d'un réflecteur; l'arc est horizontal et placé suivant l'axe du projecteur; le réflecteur est un miroir parabolique en argent ou un miroir de Zeiss, en verre spécial; le miroir métallique est employé pour les petits navires à vapeur, les canots automobiles, etc., c'est-à-dire pour tous les cas où l'on doit avoir un appareil facilement transportable et peu fragile; le miroir de Zeiss

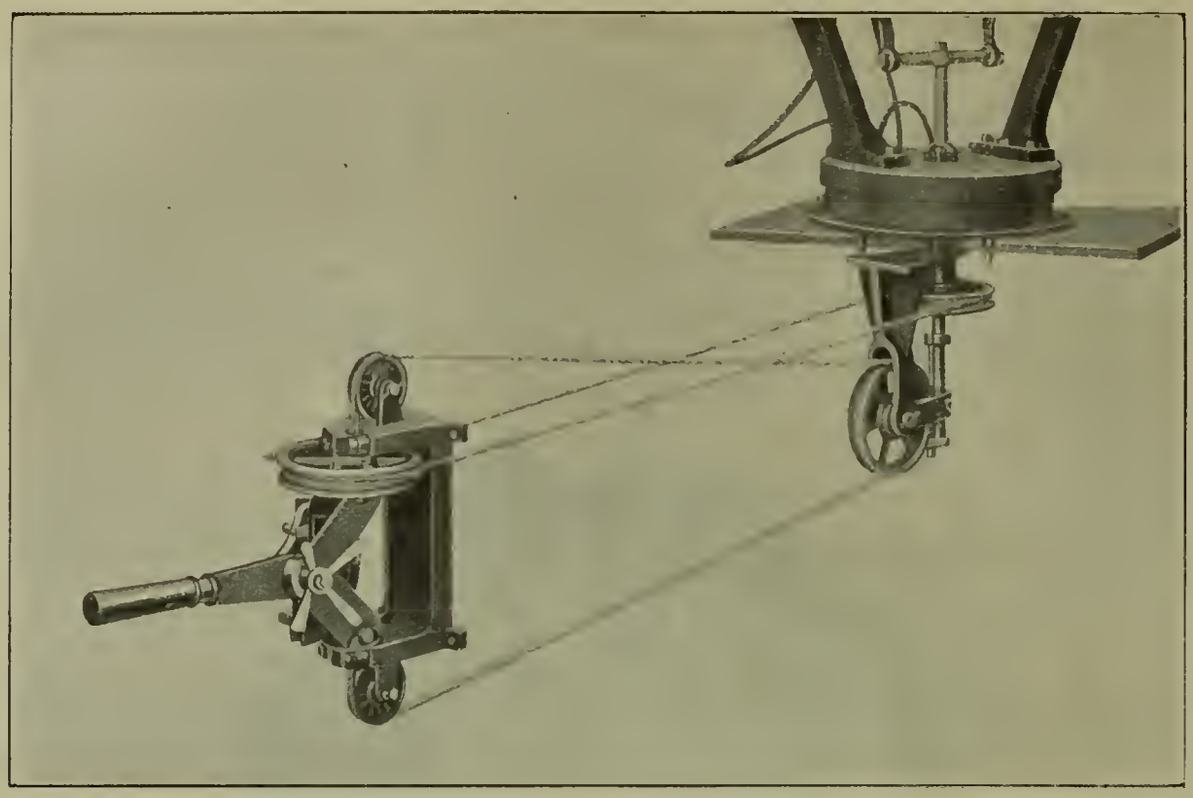


Fig. 121. — Commande par câb'e.

est utilisé pour les projecteurs de grande puissance.

Quatre modèles sont établis, respectivement pour la manœuvre à la main, par levier ou tringle, par câble (fig. 121) et, enfin, par moteur électrique; le fonctionnement est alors réglé automatiquement ou à la main (fig. 122).

La commande des appareils actionnés à distance s'effectue au moyen d'un levier à double déplacement; dans le cas de la commande électrique, il y a un moteur pour chaque mouvement; deux vitesses peuvent être réalisées pour chaque mouvement.

Le projecteur doit être alimenté en courant continu; si le réseau disponible est à courant alternatif, on y emprunte l'énergie, soit à l'aide d'un groupe convertisseur, soit à l'aide d'un redresseur à mercure. On adjoint à l'appareil une résistance compensatrice réglable; pour les grandes puissances, une partie de cette résistance, fixe, est en permanence dans le circuit; l'autre, servant au réglage, est installée à proximité du projecteur, avec un ampèremètre et un voltmètre.

La figure 123 donne le schéma d'installation d'un projecteur à commande électrique.

On peut éviter l'emploi de ces résistances lorsqu'on fait usage d'une dynamo spéciale, à intensité constante; on règle alors l'arc en agissant sur l'excitation de la dynamo.

Il peut arriver que l'on soit amené à employer un groupe convertisseur, même avec un réseau à courant continu, par exemple lorsque la tension normale est trop élevée; dans ce cas, il y a intérêt

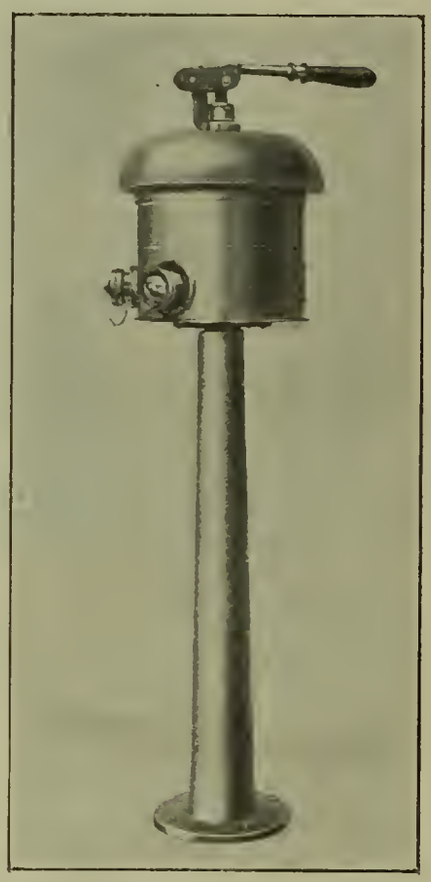


Fig. 122. — Coupleur des moteurs pour projecteurs à commande électrique.

à appliquer le montage dit montage économique; le moteur du groupe convertisseur et la dynamo sont en série l'un avec l'autre et l'arc est relié aux

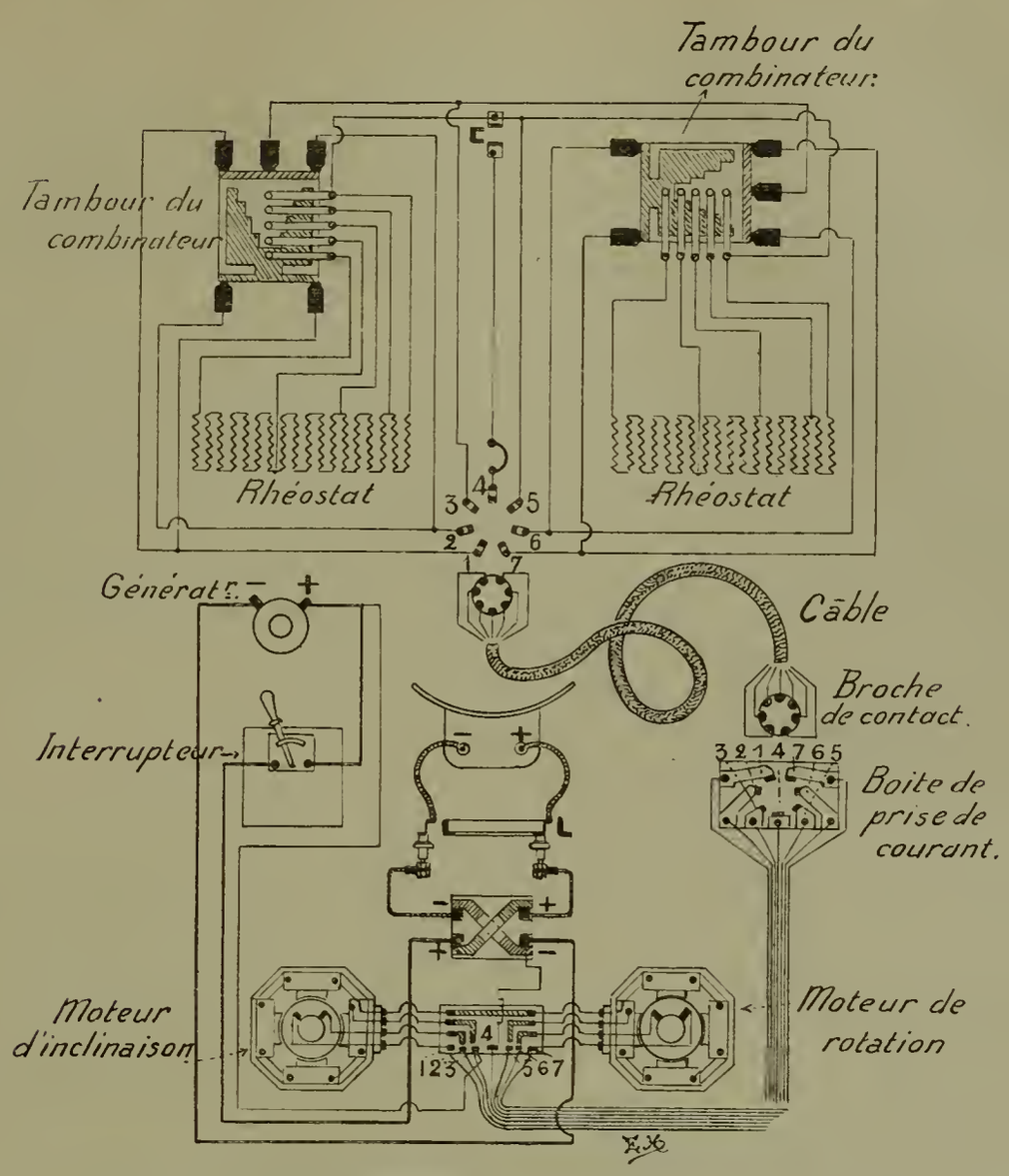


Fig. 123. — Schéma d'installation d'un projecteur à commande électrique.

bornes de la dynamo; de cette façon, celle-ci peut être calculée pour la partie de courant absorbée par le projecteur.

Les redresseurs à mercure sont normalement utilisables pour des intensités de 10, 20, 30 et 40 ampères; on peut, toutefois, monter plusieurs redresseurs en parallèle.

HENRY.

L'application de l'électricité aux bateaux sous-marins [1].

La navigation sous-marine, qui est encore à ses débuts, constitue une nouvelle application de l'énergie électrique.

Cette application, qui n'a pour objet que d'apporter un perfectionnement à l'art de la guerre, n'aura pas la portée d'autres applications plus utiles et plus pratiques au point de vue social, mais elle est cependant appelée à intéresser en particulier les spécialistes de l'électrotechnique.

On n'aperçoit jusqu'à présent d'autre utilité de la navigation au-dessous de la surface de la mer que la guerre, car, même pour les recherches scientifiques, le sous-marin moderne, comme il est projeté et construit, ne pourrait être employé. Toutefois, comme arme de guerre, il a désormais atteint un tel degré de perfection et il inspire tant de confiance à ceux qui s'en servent et de terreur à ceux qui s'en savent menacés, que, justement, on lui doit assigner un des rôles les plus impor-

(1) Rapport présenté au Congrès international des applications électriques, à Turin.

tants daus les flottes modernes. Il n'est pas exagéré d'affirmer que l'emploi de l'électricité dans la navigation sous-marine a été jusqu'à présent le moyen le plus efficace pour le progrès de cette branche de l'art de la guerre navale qui, autrement, aurait été empêchée dans son développement par des difficultés presque insurmontables.

La couche d'eau qui enveloppe le sous-marin quand il est immergé le sépare absolument de l'air atmosphérique, ce qui oblige ses machines à être telles qu'elles puissent, pendant leur fonctionnement, se passer de l'oxygène de l'atmosphère. Si l'on pense que presque toutes les sources d'énergie dont nous pouvons disposer sont fondées sur la combustion par l'oxygène, on comprendra aisément pourquoi le nombre des machines qui peuvent être appliquées dans ce cas doit être limité. Seules, l'énergie électrique accumulée et la tension élastique de la vapeur ou des gaz comprimés dans des réservoirs convenables correspondent aux exigences des moteurs pour sous-marins, mais ces deux sources d'énergie n'ont pas toutes les deux les mêmes avantages.

Les avantages suivants, que je vais énumérer et qui sont, en partie, communs aux deux systèmes, ont donné décidément la supériorité jusqu'à présent à l'énergie électrique obtenue au moyen des accumulateurs :

1° Aucun besoin d'air ou d'autre agent extérieur;

2° Aucune variation de poids pendant le fonctionnement des machines;

3° Absence absolue de produits gazeux ou d'autre nature, qui doivent être chassés dehors pendant le fonctionnement et rendent visible la présence du sous-marin, par suite du bouillonnement de l'eau à la surface;

4° Absence de bruit et sûreté presque absolue pendant la marche sous l'eau.

Il est difficile de prévoir si, avec d'autres sources d'énergie, il serait possible de réunir tous ces avantages ou seulement quelques-uns d'entre eux.

On sait que, maintenant, dans plusieurs endroits, on s'efforce de rendre possible sous l'eau le fonctionnement des moteurs à combustion et plusieurs études ont été déjà faites dans cette direction.

Le problème est très intéressant, car il s'agit de diminuer énormément le poids mort qu'à égalité d'énergie on doit embarquer dans le bateau, poids qui, même avec les types les plus légers d'accumulateurs, est toujours considérablement élevé.

Malheureusement, il semble que le problème soit encore bien éloigné de sa solution pratique et, dans l'état actuel de la question, on ne peut enregistrer que quelques expériences de laboratoire. Peut être des essais plus importants suivront sous peu de temps, mais mon opinion est que, pour quelques années encore, il sera nécessaire de se résigner à la fâcheuse augmentation de poids mort due aux batteries d'accumulateurs électriques.

BATTERIES

Les batteries destinées aux bateaux sous-marins ont été jusqu'à présent classées parmi les batteries transportables, en les assimilant aux batteries ordinaires de traction employées pour les automobiles et les tramways électriques, parce que les exigences de volume et de poids ont toujours exigé l'emploi de types d'accumulateurs à grande capacité en usage dans les batteries de traction. Mais avec les déplacements toujours croissants des sous-marins modernes, les batteries deviennent d'une puissance toujours plus grande; l'on exige logiquement une durée toujours plus longue; leur installation se fait dans des conditions d'espace toujours améliorées, ce qui rapproche sensiblement les qualités caractéristiques des batteries des sous-marins plutôt des batteries stationnaires que des batteries de traction.

Pour donner une idée de l'importance de ces batteries, je me référerai à quelques bateaux de construction récente, en choisissant ceux qui possèdent des batteries qui peuvent être comparées, dans l'hypothèse que la durée normale de la décharge soit la même pour toutes, c'est-à-dire trois heures.

Puissance en kwh à la décharge de 3 heures

Type du bateau.	Déplacement.	Puissance des moteurs électriques.	Kw avec $\eta = 0,9$	Kwh.
Hvalen (Suède).	250 tonnes	220 chevaux	180	540
Velella (Italie)	300 »	300 »	246	738
Trasher (U. S. A.).	450 »	415 »	340	1020
Mariotte (France).	1000 »	800 »	650	1950

Ce n'est pas hasardeux d'affirmer que la puissance des batteries croîtra encore, car le déplacement de 1000 tonnes sera vite dépassé.

Dans le choix de la batterie électrique, pour chaque type de bateau, on doit tenir compte d'une série de conditions qui dépendent du poids disponible, du volume occupé, de la vitesse à réaliser sous l'eau et, enfin, mais d'une manière tout à fait secondaire, du prix. Jusqu'à présent, l'accumulateur au plomb a tenu incontestablement la préférence; les nombreux types de ces accumulateurs diffèrent entre eux uniquement par des particularités de construction spéciales pour chaque fabrique d'accumulateurs. Seulement, dans ces dernières années, ont paru sur le marché des accumulateurs alcalins au fer-nickel, dont les deux types les plus accrédités sont actuellement le Jungner suédois et l'Edison américain, qui paraissent destinés à faire concurrence à l'ancien accumulateur au plomb, dans l'application aux bateaux sous-marins.

Les avantages qu'auraient ces deux derniers types seraient assez importants, spécialement en ce qui concerne l'économie de poids, de volume et la très grande durée. Le tableau suivant, établi d'après les données garanties par les constructeurs, montre approximativement les rapports de volume, de poids et de prix pour les différents types d'accumulateurs qui peuvent être employés dans une batterie de sous-marins, rapportés au kilowatt-heure, toujours dans l'hypothèse d'une décharge en 3 heures.

Pour 1 kwh à la décharge de 3 heures.

Type de l'accumulateur.	Poids en kg.	Volume en dcm³.	Prix en francs.	Notat. pour type.
Au plomb, avec plaques positives Planté	73,5	37	196	I
Au plomb, avec plaques positives empâtées	62,0	24	200	II
Au plomb, avec plaques de grande capacité	56,0	19	190	III
Au fer-nickel, type Edison	42,0	18	340	IV
Au fer-nickel, type Jungner	43,0	20	338	V

En supposant qu'entre certaines limites ces rapports restent les mêmes, quelle que soit la puissance de la batterie, ce qui est approximativement exact, l'on pourrait aisément déduire les poids, l'encombrement et le prix des batteries que j'ai citées plus haut. En se référant respectivement à des batteries de 500, 750, 1000 et 2000 kw-heure de puissance, valeurs qui sont très peu différentes, on peut composer le tableau ci-contre (tableau A).

Les chiffres assez intéressants, spécialement ceux relatifs au prix, justifient l'importance que l'on donne toujours à la batterie dans l'armement d'un sous-marin.

Dans ce tableau, j'ai placé les accumulateurs alcalins à côté des accumulateurs au plomb, en me basant exclusivement sur les données fournies par les constructeurs; je dois avouer que ces données ne sont pas aussi certaines que celles relatives aux éléments au plomb qui ont déjà la sanction d'une longue et favorable expérience.

Pour les accumulateurs au fer-nickel, on n'a encore aujourd'hui aucune donnée d'expérience pour des batteries de la grandeur et de la capacité dont il s'agit pour les sous-marins. La seule expérience assez longue est fondée sur l'emploi

TABLEAU A

Type de l'élément.	Batterie de kwh.			
	500	750	1000	2000
	Volume en mètres cubes.			
I	13,50	20,25	27,00	54,00
II	12,00	18,00	24,00	48,00
III	9,50	14,25	19,00	38,00
IV	9,00	13,50	18,00	36,00
V	10,00	15,00	20,00	40,00
	Poids en tonneaux.			
I	36,75	55,12	75,50	147,00
II	31,00	46,50	62,00	124,00
III	28,00	42,00	56,00	112,00
IV	21,00	31,50	42,00	84,00
V	21,50	32,25	43,00	86,00
	Prix en francs.			
I	98 000	147 000	196 000	392 000
II	100 000	150 000	200 000	400 000
III	95 000	142 000	190 000	380 000
IV	170 000	255 000	340 000	680 000
V	169 000	253 000	338 000	676 000

de petites batteries pour les automobiles et ce n'est pas absolument exact de déduire les qualités d'une grande batterie de celles des petites batteries, spécialement quand ces dernières travaillent dans des conditions tout à fait différentes de celles d'un sous-marin.

Cependant, pour compléter la comparaison entre les deux types d'accumulateurs, il faut tenir compte de la durée des éléments, c'est-à-dire du nombre total de décharges qu'ils peuvent supporter avant d'être pratiquement inutilisables. Pour les raisons exposées plus haut, j'admettrai pour les accumulateurs alcalins un nombre de décharges beaucoup moindre que celui garanti par les constructeurs, c'est-à-dire 400-500 décharges, au lieu de 600-700, toujours au régime de décharge en 3 heures. On pourra donc admettre pour les différents types les nombres suivants de décharges :

250 pour le type I
200 — — II
150 — — III
400-500 — — IV et V.

Il s'ensuit que le prix du kilowatt-heure rapporté au nombre total de kilowatts-heure qu'un élément peut décharger pendant sa durée, dans l'hypothèse qu'il soit toujours déchargé au régime de 3 heures, sera donné par le tableau suivant :

Type	Prix du kwh ponr 1 décharge.	Nombre des décharges.	Prix du kwh par rapport au nombre total des décharges.
I	196	250	0,78 F.; c.; s.
II	200	200	1,00
III	190	150	1,26
IV	340	400	0,85 et 0,68 avec 500 décharges.
V	338	400	0,845 » » »

De ce tableau, on déduit que la supériorité des accumulateurs alcalins au point de vue du prix par kilowatt-heure est incontestable, si l'on admet un nombre de décharges de 500, ce qui est bien inférieur aux données garanties par les constructeurs. Dans la comparaison qui précède, je n'ai pas tenu compte des frais d'entretien des batteries qui sont assez élevés pour tous les types; naturellement, chaque constructeur soutient que son type est le plus économique pendant le fonctionnement, en sorte que, faute d'expérience, j'ai trouvé convenable de négliger ces frais et de les supposer égaux pour tous.

Agostino Bezzi.

(A suivre)

Le Service téléphonique en Angleterre.

Le réseau téléphonique de la Compagnie nationale des téléphones qui, a honorablement et avec succès, parcouru une carrière de trente-et-une années, a été remis entre les mains du Gouvernement britannique le 31 décembre dernier, à minuit. Il en résulte qu'à l'exception d'un petit service municipal dans une ou deux villes, le réseau entier du Royaume-Uni est maintenant propriété et exploitation d'Etat. Il n'y a aucune modification dans les tarifs d'abonnement, quant à présent, mais de nombreuses questions sont à résoudre relativement aux termes de l'achat et aux progrès des développements à apporter dans le réseau. Les conditions du transfert ont été détaillées le 9 janvier dernier dans un rapport du président de la Compagnie nationale des téléphones, M. George Franklin, qui fait remarquer la facilité avec laquelle a eu lieu le transfert dont les conditions d'accord ont été acceptées par le directeur général, d'une part, et par la Compagnie, d'autre part. Cette dernière cède tout son actif et le directeur général consent à avancer une somme ne devant pas dépasser 3 millions de livres sterling (75 millions de fr), afin de désintéresser les obligataires. L'accord prévoit également que si cette somme n'est pas payée dans les six mois à dater du 31 décembre 1911, un intérêt de 5 0,0 sera dû pour le reste de la somme

impayée. La Compagnie a donc transféré tout son actif ainsi que son personnel (18 000 employés environ), sauf un certain nombre de hauts fonctionnaires dont les salaires dépassaient 700 livres (17 500 fr). M. Franklin déclare qu'il est regrettable que plusieurs de ces fonctionnaires, qui étaient des spécialistes, soient privés de leurs charges simplement parce que le Trésor ne permet pas qu'on leur continue un traitement aussi élevé. Un groupe mixte de 700 employés, faisant partie du Post-Office et de la Compagnie, va être chargé de préparer l'inventaire pour les quinze derniers mois. On a tenté plusieurs fois d'arriver à un chiffre total d'achat par simple accord sans arbitrage, mais, ici comme toujours, les intérêts et les idées de l'acheteur et du vendeur partent d'un point de vue différent et on n'a pu s'entendre directement. M. Franklin rappelle les travaux si considérables effectués par la Compagnie nationale pendant ces trente-et-une années. Il relate les gigantesques affaires réalisées donnant un revenu annuel de près de 4 millions de livres sterling, il montre cette Compagnie enserrant le Royaume-Uni dans un véritable réseau de poteaux, de fils, de conduites souterraines et de bureaux qui se montent à plus de 1 600 pour assurer un service téléphonique absolument pratique. Et cela a été fait sans aucun appui législatif, malgré les obstructions, les impôts de 10 0/0 qui ont grevé les recettes brutes de la Compagnie, et de 25 0/0 les bénéfices nets; en dépit des tracasseries du Parlement, des oppositions des autorités locales, sans compter les difficultés venant du public lui-même. Le gouvernement se trouve aujourd'hui à la tête d'une situation toute différente; sans avoir eu besoin de ne rien créer, il reçoit en main une affaire toute montée, un personnel habile et bien entraîné, une organisation qui a été perfectionnée graduellement et renouvelée au fur et à mesure des progrès scientifiques et, en résumé un service téléphonique qui est supérieur à tous les services européens avec un total de 560 000 postes qui comptent annuellement plus de 1600 millions de communications.

En prévision de ce transfert, le directeur général avait pris certaines dispositions pour modifier une partie du matériel qui était employé depuis quelques années. L'une des premières modifications a été l'organisation d'un équipement Peel - Conner au bureau de Lime Street dans l'East City à Londres, approprié pour 9000 abonnés.

Le sous-sol contient la rosace, la batterie, le dépôt des ouvriers monteurs, les magasins de réserve et les calorifères. Au rez-de-chaussée se trouve la salle d'essai dans laquelle sont les tableaux de distribution, les relais et le matériel générateur; une salle réservée aux employés y est contiguë. Le premier étage est presqu'entièrement réservé au personnel opérateur. Il s'y trouve une cuisine et un spacieux réfectoire. Les second et troisième étages contiennent les tableaux de jonction et des abonnés. Comme nous l'avons dit, les câbles aboutissent dans le sous-sol et entrent dans le bâtiment par 30 conduites venant de la direction nord et 30 de la direction sud. Le nombre des câbles est actuellement de 9 câbles de 1600 fils chacun, 9 de 1200 et 4 de 600.

Dans les plus récents bureaux installés par les soins du Post-Office, on disposait d'une batterie d'accumulateurs, chargée au moyen d'un groupe moteur-générateur. Ce dispositif donnait des résultats très satisfaisants, mais provoquait des variations de tension asssez marquées. C'est pourquoi, dans le bureau nouveau de Lime Street, on y a adjoint des survolteurs régulateurs.

Les groupes sont disposés de telle sorte que la génératrice fournit du courant à une tension constante de 40 volts au bureau, tandis que la tension supplémentaire nécessaire pour la charge de la batterie est fournie par le survolteur qui est mis en circuit avec la batterie quand celle-ci doit être chargée. Les résultats obtenus sont excellents et les avantages complémentaires qui dérivent de cette innovation consistent en une plus grande durée des lampes des tableaux. On a ensuite tenu à se rendre un compte exact de l'énergie consommée dans tous les circuits; elle est mesurée par un wattmètre - heure et un double cadran permet de contrôler le courant pris par les accumulateurs pendant la charge et aussi le débit de la batterie pendant la décharge. Pour se faire une idée de l'importance de ce bureau, nous citerons comme chiffres : 250 000 jacks de jonction, 30 000 lampes, 35 000 relais, etc. Tous les appareils employés sont de fabrication anglaise et ont été montés par des ouvriers anglais avec des capitaux anglais.

On doit naturellement s'attendre, d'ici quelques années, à de nombreux travaux nécessaires pour les nouvelles installations projetées par le Post-Office pour réorganiser et développer son réseau; il vient de se former, à ce sujet, une nouvelle compagnie dérivée de la Bristish Insulated and Nellody Cables C° pour exploiter les brevets Strowger.

A.-H. Bridge.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

DIVERS

Allumage électrique des moteurs à explosions et ses récents progrès.

Dans une communication faite à la Société des Ingénieurs civils de France, M. René Arnoux fait d'abord observer que le premier système d'allumage des mélanges explosifs a été précisément l'inflammation par étincelle d'induction. C'est, en effet, ce mode d'allumage qu'a employé Lenoir en 1859, dans son premier moteur à gaz de ville; c'est également celui qui, actuellement, est le plus universellement employé, aussi bien dans le léger moteur d'automobile que dans le lourd et puissant moteur à gaz. Le succès de ce système d'allumage trouve surtout sa justification dans la précision, en même temps que dans la sûreté avec laquelle il permet l'inflammation du mélange explosif, et cela quelle que soit la compression ou la densité de celui-ci.

Pouvoir faire varier entre des limites aussi grandes que possible la puissance développée par un moteur à explosions par simple variation de la quantité du mélange explosif admis, sans que cette variation ait de répercussion sur la sûreté et la précision du moment d'inflammation de ce mélange, est une qualité qu'aucun mode d'allumage ne possède au même degré que l'allumage électrique qui, seul, a permis cette économique et silencieuse marche au *ralenti* dont sont dotées toutes nos automobiles actuelles.

L'allumage électrique a permis de mettre en évidence un autre fait, celui de l'influence du moment d'inflammation du mélange explosif sur la quantité de travail que l'on peut retirer de l'explosion d'une même cylindrée de mélange tonnant.

M. R. Arnoux, dans une communication faite en juin 1903 au deuxième Congrès international d'automobilisme, a montré, par des diagrammes relevés à l'aide du manographe du regretté Hospitalier, que cette quantité de travail pouvait varier pratiquement du simple au quintuple et que, s'il y avait avantage à donner une certaine avance à l'allumage du mélange explosif, comme la pratique l'avait indiqué depuis longtemps, cette avance ne pouvait être poussée que jusqu'à une certaine limite au delà de laquelle diminuait le travail de la cylindrée et s'exagéraient inutilement les pressions explosives développées. A cette époque, le degré de compression du mélange explosif ou, pour parler plus exactement, sa variation de volume, était assez faible (1 à 3,5 en moyenne), et l'avance à l'allumage avait une grande influence sur le rendement de la cylindrée; cette influence est beaucoup moindre dans les moteurs actuels, dans lesquels le volume du mélange explosif se trouve, à fin de compression, réduit au cinquième et même au sixième de sa valeur à fin d'admission.

L'influence de l'avance à l'allumage sur le travail de la cylindrée trouve son explication dans le temps que met l'onde explosive à se propager dans la masse du mélange à partir de son point d'inflammation, temps qui est d'autant plus faible que le mélange est plus fortement comprimé et sa température plus élevée. Or, comme l'expérience et la théorie montrent que le rendement thermodynamique d'un moteur à explosions croît, toutes choses égales, d'ailleurs, avec le degré de détente du mélange gazeux, absolument comme dans les moteurs à vapeur, nos constructeurs ont été naturellement conduits à augmenter le degré de compression du mélange, puisque, dans les moteurs à explosions, ce dernier est corrélatif du degré de détente qu'on veut atteindre.

Actuellement la variation de volume généralement adoptée est comprise entre 5 et 6 et il n'est guère possible d'aller plus loin, sans craindre de voir le mélange explosif s'allumer spontanément dans sa masse entière par le seul fait de la température développée par la compression de celui-ci. Dans ces conditions de compression relative, le mélange est tellement voisin de son inflammation spontanée que la propagation de l'onde explosive est quasi instantanée et l'avance d'allumage quasi inutile.

On sait, d'ailleurs, que deux facteurs concourent à l'inflammation d'un mélange explosif; ces deux facteurs sont la température et la pression auxquelles celui-ci se trouve brusquement amené, et l'expérience montre que la température nécessaire à l'inflammation d'un mélange explosif doit être d'autant plus élevée que sa pression est plus faible. La même loi a été constatée depuis longtemps dans la combustion de la poudre ordinaire qui brûle aussi lentement que l'amadou lorsqu'on l'enflamme dans le vide barométrique et qui explose lorsqu'elle est bourrée dans le canon d'une arme. Quand on comprime *brusquement* un gaz ou un mélange de gaz, et c'est le cas des moteurs tonnants à grande vitesse angulaire, celui-ci s'échauffe, et la température à laquelle il est porté est d'autant plus élevée que sa compression est plus considérable et plus brusque. L'accroissement des pressions et des températures auxquelles se trouve porté un mélange

explosif, ayant non seulement pour conséquence d'augmenter son inflammabilité, mais encore de rendre sa combustion plus rapide et plus complète, on comprend pourquoi, dans nos moteurs actuels, le dosage du combustible dans le carburant, la *carburation* de l'air en un mot, n'a pas besoin d'avoir la précision nécessitée par ce même mélange à la température et à la pression atmosphérique ordinaires, et l'on peut dire qu'avec les pressions et les températures réalisées à fin de compression dans nos moteurs actuels, tous les mélanges, quel que soit leur dosage, sont explosifs.

C'est précisément parce que l'étincelle électrique, en éclatant au milieu d'un mélange explosif, produit une très brusque et très forte élévation de température et de pression de la gaine gazeuse qui l'entoure, qu'elle allume si bien les mélanges explosifs.

Mais ce n'est pas le seul avantage que présente l'étincelle électrique : elle en possède un autre non moins précieux, c'est celui d'enflammer un mélange explosif quelque faible que soit sa densité, ce qui permet de faire varier entre de très grandes limites la puissance d'un moteur à explosions par simple variation de la quantité de mélange admis à chaque cylindrée et de réaliser ces marches au *ralenti* de nos automobiles actuelles, marches à la fois si silencieuses et si économiques.

L'allumage par étincelle d'induction produite par une bobine de Rhumkorff alimentée par une batterie de piles a été, pendant longtemps, appliquée concurremment avec d'autres systèmes, tels que celui par tube incandescent, aux moteurs fixes à marche lente.

Mais lorsqu'on a commencé à appliquer ce système aux moteurs d'automobiles à grande vitesse angulaire, on s'est heurté à une grosse difficulté due au défaut de synchronisme et à la lenteur des vibrations des trembleurs électro-magnétiques employés à cette époque, lenteur qui limitait, en quelque sorte, la vitesse angulaire des moteurs à des valeurs absolument inadmissibles.

Frappés de cet inconvénient dès 1895, MM. Bassé et Michel, de concert avec MM. de Dion et Bouton, ont solutionné la question en substituant au trembleur électro-magnétique un véritable trembleur mécanique commandé directement par le moteur et très ingénieusement combiné pour économiser le courant fourni par la batterie en évitant que celle-ci puisse être épuisée par une mise en court-circuit inutilement prolongée.

Bien que ce système ait reçu un grand nombre d'applications dont beaucoup fonctionnent encore de nos jours, il avait le défaut d'être facilement déréglable non pas tant par le fait de l'usure due à son fonctionnement que par les manipulations inconsidérées de ceux qui s'en servaient.

D'autres constructeurs sont alors revenus à l'étude du trembleur électro-magnétique et l'ont doté des qualités qui lui manquaient, à savoir : rapidité de vibration et brusquerie de rupture des contacts.

Parmi les dispositifs que la pratique a consacrés et qui sont, d'ailleurs, les premiers en date, il convient de signaler le *rupteur atonique* de notre ancien président, M. Jules Carpentier, et l'*auto-rupteur* de MM. Chauvin et Arnoux qui réalisent l'un et l'autre une rupture extrêmement brusque du circuit primaire de la bobine par des moyens tout à fait différents.

Mais l'épuisement de la batterie de piles ou d'accumulateurs, épuisement qu'il était impossible de contrôler et de prévoir pratiquement malgré l'emploi d'appareils de mesure très ingénieux, restait le grave défaut de l'allumage par bobine d'induction.

Pour y remédier, on a d'abord commencé par appliquer aux moteurs d'automobiles l'allumage électrique par *rupture dans chaque cylindre* d'un courant fourni par une magnéto à basse tension actionnée par le moteur et employé par le constructeur français Fernand Forest, dès 1884, pour l'allumage des moteurs industriels fixes.

Ce système constituait une excellente solution de la question, mais avait le grave défaut de n'être pas applicable à tous les moteurs existants, puisque son agencement nécessitait une étude préalable et une construction spéciale pour chaque type. Avec ce système, il est indispensable, en effet, que le moteur soit né pour la rupture si l'on veut lui donner un allumage par rupture. On peut, d'ailleurs, reprocher à ce système d'autres inconvénients; d'abord sa complication mécanique fort grande qui rend, pour ainsi dire, impossible l'avance à l'allumage, et ensuite le grippage ainsi que les fuites auxquelles peut donner lieu la rotation de la pièce mobile chargée de provoquer la rupture du courant dans chaque cylindre.

Frappé de cet inconvénient, un ingénieur français, M. Caron, a alors imaginé une bougie à rupture électro-magnétique du courant fourni par une magnéto à basse tension et qui permettait d'appliquer le système d'allumage par rupture à tous les moteurs existants simplement en vissant cette bougie à la place de la bougie ordinaire à étincelles.

Parallèlement à l'allumage par rupture, s'est développé l'allumage par étincelle à haute tension au moyen d'une magnéto à basse tension alimentant un transformateur séparé (Eisemann et Nilmélior).

Ce dispositif est en somme le même que celui employé dès 1895, mais avec une magnéto substituée à la batterie de piles ou d'accumulateurs.

La première magnéto à haute tension, appelée magnéto à étincelle directe, fit son apparition en 1900, et son inventeur, un autre Français, M. Boutteville, lui donna, de suite, la dispositiou

organique que l'on retrouve encore dans les magnétos modernes.

La magnéto moderne à haute tension est caractérisée par l'emploi d'un noyau de fer induit en forme de double T tournant entre les deux branches d'un aimant en U terminées par deux masses polaires fixes et feuilletées. Le bobinage de l'induit se compose d'un premier enroulement primaire. Une des extrémités de cet enroulement est reliée à la masse et l'autre à un rupteur tournant solidairement avec lui. En dérivation aux bornes de rupteur est branché un condensateur logé dans une des deux joues de l'induit et tournant également avec lui.

L'induit comprend encore un deuxième enroulement dit enroulement secondaire comportant un très grand nombre de tours d'un fil très fin dont l'une des extrémités est reliée à la masse ou, ce qui revient au même, à l'extrémité de l'enroulement primaire, et l'autre à une bague collectrice calée sur l'arbre et parfaitement isolée de celui-ci. Le courant secondaire est capté au moyen d'un frotteur en charbon relié au porte-charbon d'un distributeur tournant à la même vitesse que l'arbre à cames ou arbre de distribution du moteur, c'est-à-dire à une vitesse deux fois plus petite que celle du moteur lui-même.

Le fonctionnement électrique est le suivant :

Le noyau de fer de l'induit étant dans une position telle que les cornes de ses épanouissements polaires soient disposées symétriquement devant les cornes des mâchoires de l'aimant inducteur, le noyau de fer de l'induit n'est parcouru par aucun flux magnétique. Si alors on fait tourner l'induit de quelques degrés, le flux magnétique inducteur pénètre dans le noyau par deux de ses cornes polaires diamétralement opposées, un courant s'établit dans le circuit inducteur qui entoure le noyau puisque ce circuit est fermé par le rupteur.

Lorsque l'induit est engagé sous les cornes polaires des mâchoires de l'aimant d'une quantité suffisante déterminée par l'expérience, le rupteur se présente alors devant un bossage fixe qui agit sur lui pour rompre brusquement le courant primaire. Cette rupture, dont la brusquerie est encore accrue par la présence d'un condensateur placé en dérivation sur les contacts du rupteur, induit dans le circuit secondaire une force électromotrice extrêmement élevée qui permet au courant de franchir l'intervalle des pointes de la bougie d'allumage sous forme d'étincelle.

L'avance d'allumage est obtenue soit par le déplacement angulaire de la pièce portant le ou les bossages commandant le fonctionnement du rupteur, soit par le déplacement de la magnéto tout entière.

Le premier procédé est le plus employé actuellement, mais pour obtenir une étincelle suffisante à toutes les positions de l'avance d'allumage, il nécessite une modification dans la forme ou la constitution des cornes polaires inductrices.

La solution adoptée par la Société Bosch consiste à faire, dans les deux cornes polaires inductrices diamétralement opposées, une série d'encoches ou dents en nombre tel, que les vides soient sensiblement égaux aux pleins Quand les épanouissements polaires de l'induit pénètrent sous ces dents, il y a une première variation de flux limitée par leur saturation magnétique. Quand plus loin l'induit pénètre sous la partie pleine des masses polaires, il y a une deuxième variation provenant de la diminution de *réluctance* ou résistance du circuit magnétique.

La solution adoptée par la Société Nilmélior permet d'obtenir le même résultat par un moyen tout différent. La double variation du flux s'obtient en munissant les masses polaires fixes de cornes en métal moins magnétique que le fer : le nickel, par exemple, qui ne possède que 60 o o des propriétés magnétiques du fer, convient parfaitement pour cet usage.

La magnéto qui vient d'être décrite est bipolaire et peut donner une ou deux étincelles par tour de sa partie mobile selon que la came commandant la manœuvre du rupteur porte un ou deux bossages. Elle peut tourner à demi-vitesse pour les moteurs à un ou deux cylindres et à la même vitesse pour les moteurs à quatre cylindres.

Pour l'allumage des moteurs fonctionnant suivant le cycle à quatre temps et comportant, 6, 7, 8 ... n cylindres, la magnéto devra être animée de vitesses respectivement égales à :

$$\frac{6}{4} \quad \frac{7}{4} \quad \frac{8}{4} \quad \ldots \quad \frac{n}{4}$$

ou 1,5 1,75 2 0,25 n

fois celle du moteur.

Avec les vitesses couramment employées aujourd'hui de 1500 à 3000 tours (1) par minute c'est à 3000 et 6000 tours qu'il faut faire tourner la magnéto. A de telles vitesses, il faut s'attendre à une usure rapide des rupteurs et le moindre défaut de centrage des masses constitutives si complexes de l'induit provoque une dislocation des organes mobiles et surtout une destruction prématurée des isolants des conducteurs électriques, hâtée encore par l'action dissolvante de l'huile projetée hors des roulements sur eux par l'effet de la force centrifuge.

Pour obvier à cet inconvénient, il n'y a qu'un moyen, c'est de rendre fixe la partie délicate constituée par les fils conducteurs et leurs isolants et mobile la partie inductrice.

La Société Bosch a résolu la question avec sa magnéto à induit fixe et *volets* mobiles. Cette magnéto, extrêmement intéressante, s'est peu

(1) Vitesses des moteurs des voiturettes de courses de 1911.

répandue dans la pratique, parce que sa fabrication, qui doit être très soignée, s'est opposée jusqu'ici à sa construction économique en série.

Une autre solution a été donnée à ce problème par la Société Nilmélior avec sa magnéto, à induit fixe et amovible, dénommée par elle *Alterno*.

Cet appareil, dans sa forme primitive, se composait d'un aimant en forme de cloche, solidaire d'un arbre en métal non magnétique (acier au nickel à 25 0 0 de nickel). Les deux branches de l'aimant tournaient à l'intérieur de mâchoires polaires fixes et feuilletées. L'induit, également fixe, était placé à la partie supérieure de mâchoires en tôles de fer de 0,5 mm et relié magnétiquement à celles-ci par des étriers.

On en comprend immédiatement le fonctionnement :

L'aimant, en tournant, change deux fois par tour la direction du flux magnétique dans le noyau induit.

Mais pour différentes raisons et, en particulier, la difficulté de la fabrication en séries, la Société Nilmélior a préféré donner à son *Alterno* une autre disposition d'une réalisation plus facile et plus économique.

Les aimants, qui sont au nombre de deux, sont des aimants plats ordinaires. Placés parallèlement à l'axe de rotation, ils sont vissés par leurs pôles de même nom aux deux plaques fixes en métal magnétique servant en même temps de supports aux roulements à billes. Sur l'axe en métal non magnétique (acier à 25 0 0 de nickel) sont calées à la presse hydraulique deux masses polaires constituées chacune par une coquille cylindrique reliée à l'axe de rotation par une base circulaire. La polarité de ces deux masses ou armatures restant toujours la même pendant leur rotation, elles n'ont pas besoin d'être feuilletées. Leur ensemble, en tournant à l'intérieur des deux mâchoires en tôle d'acier d'un demi-millimètre d'épaisseur, reliées magnétiquement au noyau de fer feuilleté de l'induit, change deux fois par tour le flux magnétique traversant ce noyau Sur ce dernier se trouvent roulés les bobinages primaire et secondaire de l'induit dont les entrées sont reliées à la masse de la magnéto. La sortie du primaire est soudée à l'une des mâchoires servant de prise de primaire pour le rupteur et son condensateur. La sortie du secondaire est soudée à un plot parfaitement isolé sur lequel vient s'appuyer la prise de courant allant à la bougie ou au distributeur d'allumage. L'induit forme ainsi un bloc compact très maniable pouvant se fixer très facilement sur les mâchoires feuilletées à l'aide de deux étriers à bascule.

Le rupteur est commandé par une simple came fixée à l'extrémité de l'arbre et, comme il est fixe, son réglage peut être effectué en pleine marche avec la plus grande facilité, ce qui est impossible dans les magnétos à induit mobile. La partie mobile de l'*Alterno* ne comportant que des pièces métalliques très robustes, d'un centrage facile et précis, peut être portée en toute sécurité à des vitesses extrêmement élevées.

Un autre avantage de l'*Alterno* est de pouvoir s'établir pour donner quatre étincelles par tour, ce qui permet de le faire tourner à la moitié de la vitesse du moteur et de supprimer le rapport de vitesse entre le distributeur et l'arbre de la magnéto.

Enfin, un dernier avantage de l'*Alterno* est de s'adapter aisément à l'allumage des moteurs en V à quatre ou huit cylindres, dans lesquels les étincelles doivent se produire aux angles suivants :

$$180^\circ \quad 180^\circ + \alpha \qquad\qquad 180^\circ, \quad 180^\circ - \alpha$$

α étant l'angle au centre plus petit que 25°, formé par les deux lignes de cylindres.

M. R. Arnoux pense qu'il n'est pas sans intérêt de faire connaître l'état actuel de l'industrie de la magnéto sur le Continent.

C'est d'abord l'Allemagne qui vient en tête avec une production annuelle de 250 000 à 300 000 magnétos, intéressant 4000 à 5000 ouvriers et représentant un chiffre d'affaires de 40 millions de fr.

La France vient ensuite avec une production annuelle de 15 000 magnétos, tout à fait insuffisante pour sa consommation qui est actuellement de 70 000 appareils d'allumage.

En présence de ces faits, on ne peut que regretter de voir l'Allemagne introduire chaque année, en France, près de 55 000 magnétos et nos camions automobiles, ainsi que nos aéroplanes militaires, équipés presque uniquement avec des magnétos allemandes.

M. R. Arnoux ajoute que cet état de choses s'explique, d'une part, par les difficultés législatives et administratives sans cesse croissantes que l'on oppose aux capitaux français qui cherchent à créer des affaires en France et aussi par l'indifférence des constructeurs de moteurs pour cette partie de l'industrie nationale.

Et cependant, c'est la collaboration intime des constructeurs de moteurs et des fabricants de magnétos qui a permis aux fabricants allemands de présenter aux constructeurs français des magnétos constamment perfectionnées et parfaitement mises au point.

M. R. Arnoux ne veut pas terminer cette communication sans insister également sur cet autre fait que ce sont surtout des ingénieurs et constructeurs français qui ont contribué pour la plus large part aux progrès réalisés dans les procédés d'allumage électriqne des moteurs à explosions, comme ce sont eux aussi qui en ont eu l'initiative première.

Les paratonnerres.

A une étude étendue que M. Ruppel a publiée sur la construction des paratonnerres et qu'analyse l'*Elektrotechnik und Maschinenbau*, nous empruntons les passages suivants :

D'après les statistiques bavaroises, la plupart des coups de foudre provoquant des incendies se produisent en dehors des villes. En effet, sur 181 incendies consécutifs à des coups de foudre et constatés en Bavière, deux seulement se sont produits dans des villes. De l'examen détaillé, fait par M. Ruppel, de six coups de foudre caractéristiques, il ressort que les pièces métalliques, existant dans une construction, suffisent pour faire écouler dans le sol la décharge électrique, et cela presque sans avarie de l'immeuble intéressé. C'est ce qui appert du fait que, sur environ 1400 coups de foudre qui n'ont pas été suivis d'incendie, les tuyaux de gouttières ou de décharge ont protégé entièrement dans 250 cas, et partiellement dans 80 cas, les bâtiments en cause.

La statistique apprend, en outre, que sur 9500 coups de foudre qui, durant ces 15 dernières années, ont frappé des immeubles situés en Bavière, 54,5 0 0 ont atteint des flèches de tours, 25,2 0 0 des cheminées, 13,5 0 0 des faîtes et 6,5 0 0 des pans de combles. Il y a donc lieu de munir de conducteurs métalliques reliés à la terre seulement les tours, les cheminées et les faîtes. Quant à l'installation, sur les immeubles, de tiges pourvues de pointes et à leur connexion avec des conducteurs non reliés eux-mêmes aux corps métalliques du bâtiment, M. Rummel ne l'admet pas; il estime comme plus prudent de renoncer à l'emploi de ces tiges et, par contre, en conformité avec les enseignements de l'expérience, de placer des pièces métalliques sur les points exposés aux atteintes de la foudre.

Du coût total des dégâts (12 500 000 fr) occasionnés en Bavière, durant ces 15 dernières années, par les coups de foudre, une proportion de 3 0 0 seulement est attribuable aux villes : dans ces conditions, il convient de ne pas s'intéresser à ces dernières et d'aménager, dans les localités rurales, des paratonnerres revenant à un prix minime.

En reliant les deux tuyaux de décharge et la gouttière d'un immeuble donné par des conducteurs que l'on fera passer sur le faîte, que, par exemple, on rattachera ensuite, en leur faisant suivre le pignon, au chéneau et que l'on amènera enfin et fixera aux cheminées, la foudre rencontrera, en tous les points qu'elle peut frapper, des pièces métalliques qui lui offriront un passage ininterrompu jusque dans le sol. Il y a lieu de former les conducteurs en question de lames de fer galvanisé qui possèdent non seulement une grande solidité mécanique, mais encore une large surface. Au lieu des plaques de terre, M. Ruppel recommande l'emploi d'une canalisation large, placée à une profondeur de 30-40 cm autour du bâtiment, laquelle canalisation offrira, pour les deux tuyaux de décharge, le passage convenable dans le sol, à la condition, naturellement, que l'on ménage un raccordement pénétrant jusqu'au niveau des eaux souterraines.

M. Ruppel estime que des règles précises sur l'installation des paratonnerres ne sont pas admissibles, car le dispositif doit nécessairement se différencier d'un cas à l'autre. Dans chaque cas, suivant lui, l'architecte est compétent, au premier chef, pour déterminer le caractère des dispositifs protecteurs contre la foudre qu'il convient d'employer et qui seront le plus efficaces. — G.

FORCE MOTRICE

Les forces hydrauliques des divers grands rios de la Catalogne et de l'Aragon. De leur emploi en Catalogne (1).

Après de nombreuses excursions dans les vallées espagnoles des Pyrénées et un voyage à Saragosse, en 1907, il reçut, en 1908, les dossiers des chutes d'Espot et d'Esterri sur la Noguera Pallaresa: puis, en 1909, ceux des chutes de Benasque et de Jésué, sur l'Esera. En novembre 1910, il accepta la mission d'aller, sous son nom personnel, examiner, à Barcelone, la situation du marché de force, et celle de toutes les concessions de chutes demandées dans les Pyrénées espagnoles. Après avoir obtenu :

1° Des options et des droits temporaires de priorité sur des concessions de chutes capables d'environ 350 000 ch, parmi lesquels il ne restait plus qu'à choisir;

2° Des projets d'entente, prêts à signer, discutés avec trois groupements industriels importants, et pouvant former la base d'une forte clientèle (plusieurs milliers de chevaux); il terminait sa mission en juin 1911. Depuis, sur la demande de plusieurs concessionnaires de chutes, il retournait en Espagne en août, septembre et octobre 1911, pour étudier la simplification et l'unification de certaines demandes de concessions de chutes.

C'est donc après trois années et demie d'études, qu'il a résumé la question si vaste des forces motrices hydrauliques des Pyrénées espagnoles et de leur emploi en Catalogne.

Alors que dans toutes les autres parties de l'Espagne, de nombreux transports d'énergie hydrauliques ont été créés depuis huit ou dix ans, il n'en a été fait aucun ni pour Barcelone, ni pour la région si industrielle qui entoure cette ville.

(1) Résumé d'une communication faite à la Société des Ingénieurs civils de France, par M. A. Brillouin, le 19 janvier 1912.

Ce fait, à première vue, étonnant, n'est pourtant que la conséquence naturelle de l'existence de deux Espagnes très différentes l'une de l'autre au point de vue géographique. Dans l'Espagne indolente qui comprend les plateaux de la Vieille et de la Nouvelle Castille et les plaines de l'Andalousie, et qu'on peut appeler l'Espagne atlantique parce que tout le système des eaux de ces régions coule vers l'Atlantique, le développement social est resté lent, et si on a, partout où cela était possible, commencé des transports d'énergie, c'est qu'ils étaient faciles à réaliser, n'étant que d'importance moyenne. Dans l'Espagne méditerranéenne, qui comprend Alicante, Valence et principalement la vallée de l'Èbre et la Catalogne, la vie commerciale intense, dès l'antiquité, a engendré depuis plusieurs siècles la vie industrielle et a créé actuellement, autour de Barcelone, une région industrielle plus importante que la région lyonnaise. Mais là, devant l'importance énorme des transports d'énergie qu'il fallait créer pour satisfaire l'ensemble des besoins, on a reculé pendant des années.

Entre les deux Espagnes (atlantique et méditerranéenne), la barrière constituée par les sierras arides qui les sépare, a maintenu une séparation commerciale effective bien plus profonde que celle qui semble créée par les Pyrénées. Malgré les Pyrénées, la vallée de l'Èbre est restée et reste en communication active permanente avec la vallée de la Garonne et la côte française des pays de langue d'oil. La Catalogne, autrefois séparée des royaumes de Castille, reste séparatiste. Elle fut et reste terre d'influence française.

Individualiste pour ses affaires personnelles, comme il est séparatiste pour ses affaires publiques, très travailleur, entreprenant, le Catalan a entrevu, depuis l'origine des transports de force, des sources de bénéfices dans la concession de chutes d'eau. D'où un nombre incalculable de demandes de concessions, mais de concessions mal demandées, mal étudiées et trop morcelées pour tenter dans cet état une grande entreprise, bien que la force motrice vapeur en service actuellement, fournie par de vieilles machines, revienne cher.

Mais le grand mouvement industriel s'accentue : Barcelone atteint 800 000 habitants; Badalone, 50 000; Sabadell, 50 000; Tarrasa, 30 000; Manresa, 40 000. Le port de Barcelone s'augmente de nouveaux grands bassins gagnés sur la mer et prépare la création d'un port franc desservant une zone franche dans la plaine de Llobregat. Des écoles industrielles sont fondées à Barcelone, à Villanova y Geltru, à Tarrasa, à Sabadell.

Dans une région si travailleuse, si belle et si riche, dont la côte bordée des monts boisés de Catalogne pourrait rivaliser avec la côte italienne, mais qui, en été, n'a plus que des eaux souterraines, les bienfaits de vastes réseaux d'énergie seront incalculables.

Leur alimentation hydraulique ne pourra provenir, que pour une part restreinte, de la partie française de la haute vallée du Ségré, de l'Andorre et des chutes françaises d'Orlu et de Siguer (qui ont présenté des propositions à la dernière soumission pour l'éclairage de Barcelone). Elle proviendra d'abord et principalement des grands rios de la vallée de l'Èbre. Elle sera peut-être elle-même plus tard concurrencée ou complétée par les charbonnages de Berga et ceux de la Pallaresa et de l'Esera.

La vallée de l'Èbre a la forme d'un triangle élevé dont le sommet est dans les monts Cantabriques, près des « Picos de Europa » et dont la base est sur la Méditerranée. Cette base, très montagneuse, avait fait autrefois de ce triangle une mer intérieure. Mais l'Èbre, en approfondissant son passage à travers les monts de Catalogne, a permis l'écoulement des eaux.

Sur la rive droite, l'Èbre ne reçoit qu'un affluent sérieux, le Jalon (que suit la ligne ferrée de Saragosse à Madrid par Medina Cœli). C'est sur sa rive gauche que, descendant des Pyrénées, se trouvent les grands rios et la majeure partie des forces hydrauliques.

La carte d'état-major espagnole n'étant pas faite pour l'Aragon et la Catalogne, il n'y a comme source de renseignements que des cartes à très petites échelles, les études des « Obras Publicas » pour les routes à créer, et les relevés plus ou moins exacts des demandeurs de concessions de chutes.

Au point de vue de l'utilisation des chutes, l'ensemble des vallées peut se diviser en trois groupes :

1° Les Rios du Val d'Aran, constituant la Garonne et coulant vers la France, d'accès actuellement plus facile par la France que par l'Espagne, et qui ne pourront être utilisés plus tard en Espagne que si le tunnel et la route du Col de la Bonaïga s'achèvent;

2° Les Rios orientaux de la Catalogne, qui, descendant des Pyrénées-Orientales ou de leurs contreforts, vont se jeter directement à la mer. Dans ce groupe, les « Saltos del Ter » paraissent seuls capables d'alimenter un grand transport;

3° Enfin, les grands Rios descendant des sommets des Pyrénées-Centrales et se déversant dans l'Èbre :

Le Gallego, l'Aiera et l'Ara de Ordesa, la Cinca et la Cinqueta, l'Esera et les Rios d'Astos et de Malibarne, la Ribagorzana et les Rios Tor et de San Nicolas, la Pallaresa et les Rios d'Espot, Flamisell, de Unarre, de Cardos, du Val Farrera, de Santa-Magdalena, enfin le Segré et la Balira d'Andorre.

Ce groupe comporte (comme les autres d'ailleurs) des chutes de qualités diverses :

a) De hautes chutes, de grande altitude, à petit débit, facilement réglables par l'accumulation de réserves;

b) Des chutes moyennes entre la ligne des Pyrénées et la ligne des grandes sierras que leur servent de contreforts;

c) Des chutes de plaine à grand débit (comme les chutes Palacios près de Lérida), mais dont le débit (comme sur le Ségré) peut être parfois diminué et même à certaines périodes annulé, par les irrigations, par les infiltrations souterraines et par l'énorme évaporation de l'été, ou encore qui ne peuvent être constituées, telles les chutes étudiées sur l'Èbre, qu'avec d'énormes expropriations et qui devront toujours craindre des ensablements terribles.

Le versant espagnol des Pyrénées jusqu'au Puigmal est soumis à des condensations atmosphériques très importantes dans les hautes vallées orientées, Sud-Ouest, Nord-Est; ces condensations sont apportées par les vents fréquents du golfe de Gascogne, qui, descendant Nord-Ouest-Sud-Est, passent en partie dans la vallée de l'Ébre par la dépression qui sépare les Pyrénées des Monts Cantabriques. Redressés par la Sierra de Montcayo contre laquelle ils viennent tourbillonner, ils passent au-dessus de Saragosse et de Huesca en reprenant la direction Sud-Ouest-Nord-Est, pour venir s'étaler sur toute la partie centrale des Pyrénées où ils se condensent en neiges abondantes. A l'est du Puigmal et des sources du Ségré, le régime (celui de la région des Rios du deuxième groupe allant directement à la mer) devient méditerranéen, plus pluvieux que neigeux.

Dans l'ensemble de la partie centrale (Rios allant à l'Èbre), la moyenne des tombées d'eaux emmagasinables est de environ 1,60 m à 1,80 m au-dessus des altitudes de 1500 à 1600 m.

Les réserves sont, en général, faciles à créer, par suite de nombreux étranglements dans les vallées et de l'existence d'un nombre considérable de lacs dans la plupart des régions élevées. La politique hydraulique du ministre actuel du Fomento, M. Grasset, prévoit d'ailleurs, mais en vue des canaux agricoles et des irrigations, l'emmagasinement des eaux par la création de nombreux « pentanos ».

Les demandes anciennes de concessions de chutes ont été primitivement mal conçues, mal faites, et en général mal étudiées, bien que présentées avec une certaine apparence. Mais quelques hommes à l'esprit clair comme M. Emilio Riu, député de Sort, M. Domingo Sert, ancien député et grand industriel, et le premier promoteur des projets de transport de force, enfin comme MM. Bertrand, autre grand industriel français établi à Barcelone, et Etcheverrieta, de Bilbao, qui, tous les deux, n'ont pas craint dernièrement de donner l'exemple en s'engageant personnellement pour plusieurs millions chacun dans un des projets en cours d'exécution, ont compris, il y a trois ou quatre ans, qu'il fallait, pour aboutir, radicalement changer de méthodes. Ils ont donc remanié les demandes, pour grouper judicieusement les chutes, et avant de rechercher à nouveau des acquéreurs, ils ont fait préparer des projets d'exécution sérieux et bien étudiés.

Grâce à eux, le total des forces pratiquement utilisables au fur et à mesure de l'achèvement des routes de montagne, depuis le Gallego, jusqu'au Ségré, peut être évalué à 700 000 ou 800 000 ch. Grâce également à leurs études nouvelles bien exécutées, quatre grandes compagnies viennent de se constituer :

La société « de Saltos del Ter » pour la mise en œuvre d'une chute de 170 m sur le Ter avec thermique compensatrice à Barcelone, et pour l'installation d'un transport pouvant fournir de 20 000 à 25 000 ch.

La Société générale de « Fuerzas Hidro-Electricas » pour la mise en œuvre de cinq chutes successives sur l'Ésera moyenne, et ultérieurement des hautes chutes d'Espot et d'Esterri sur la haute Pallaresa, ce qui constituera plus tard un ensemble de plus de 80 000 ch. La station thermique compensatrice sera constituée par le développement de l'usine actuelle de la Central Cataluna de Electricidad,

La société « Energia électrica de Cataluna », pour la mise en œuvre des hautes chutes du Flamisell affluent rive droire de la Pallaresa (chutes de 800 m et de 350 m de hauteur environ) représentant, grâce à de magnifiques réserves près de 40 000 ch. La station thermique compensatrice doit se construire à Badalona.

Enfin la compagnie canadienne de Toronto, dite « Barcelonesa Traction Light and Power C° ». Elle a racheté la ligne de tramways départementaux de Sarria, ainsi que le contrôle de la Compania Barcelonesa de Electricidad A. E. G. dont la station thermique peut fournir environ 25 000 ch et vient d'annoncer la création de 120 000 ch hydrauliques, probablement situés sur l'Èbre et la moyenne Pallaresa, qu'elle fait étudier depuis deux mois.

Les besoins actuels totaux de Barcelone et de la région industrielle qui l'entoure pouvant être évalués à environ 170 000 à 200 000 ch simultanés, les projets de ces quatre grandes compagnies, s'ils sont plus tard exécutés en totalité, augmentés des projets plus réduits d'Orlu, du Pasteral, de Pobla, de Ségur et de Lérida, permettront un accroissement notable de la puissance industrielle de la région.

D'autres chutes de premier ordre, comme certaines chutes du Ségré, les hautes et moyennes chutes du Val d'Aran, les hautes chutes de la haute Esera, et de la Cinca, assureront une réserve de puissance, pour l'électrification des

lignes ferrées, et la création de centres d'électrochimie et d'électrométallurgie, au fur et à mesure de la mise en exploitation des routes et des richesses minières des Pyrénées espagnoles.

TRACTION

Electrification des chemins de fer bavarois.

On sait qu'une commission spéciale a été chargée, en 1908, d'examiner les conditions d'application de la traction électrique sur les chemins de fer bavarois et que les conclusions des rapporteurs furent favorables à l'adoption de l'électricité.

Les travaux d'électrification ont été commencés dès 1910 par la construction de l'usine d'électricité de Saalach; l'équipement de cette centrale a été poursuivi très activement en 1911; on compte installer dans le courant de cette année les turbines, les génératrices et les tableaux de distribution et terminer la construction de la ligne électrique Salzburg (bains) Reichenhall-Berchtsgaden.

On poursuivra, en outre, l'électrification de la section Garmisch-Partenkirchen jusqu'à la frontière, à Millenwald et à Griesen; cette ligne continuera d'être alimentée provisoirement par la station de Ruetz-Imsbruck jusqu'à l'achèvement de l'usine de Walchensee qui a été commencée en 1911.

Les administrations prussienne, bavaroise et badoise se sont mises d'accord pour employer le courant alternatif simple sous une tension de 15 000 volts et avec une fréquence de 16 2/3 par seconde. — H. M.

Nouvelles

Essais de moto-culture en Algérie.

La direction de la l'agriculture, du commerce et de la colonisation au gouvernement général de l'Algérie organise en 1912, du 27 mai au 15 juin, dans la région de Sétif et celle de la Mitidja, des essais conrtôlés de moto-culture qui seront, si cela est possible, continués en 1913 dans le département d'Oran.

Ces essais, qui ne comporteront aucun classement de mérite, seront ouverts à tous les constructeurs sans distinction d'origine, qui voudront bien y prendre part avec des appareils destinés au travail du sol au moyen de la traction mécanique.

Les essais seront dirigés par un Comité d'étude dont les membres ont été désignés par M. le Gouverneur général. Ils ont pour objet de réunir pour les terres de la colonie, les données théoriques et pratiques relatives au travail mécanique pouvant aller jusqu'à 0,35 de profondeur et de permettre aux constructeurs d'adapter leurs appareils aux conditions de la culture en Algérie.

Le gouvernement général de l'Algérie, dans la limite des crédits dont il disposera et en tenant compte de l'ordre de priorité des adhésions, prend à sa charge le transport aller et retour, sur la base des tarifs les plus réduits, des appareils qui auront participé aux essais, d'un port français d'embarquement jusqu'à la gare la plus proche des terrains où les essais auront lieu.

Les engagements seront reçus jusqu'au 30 avril 1912 par M. Stotz, directeur de l'Ecole d'agriculture de Maison Carrée (Alger), commissaire général, qui répondra à toutes les demandes de renseignements qui lui seront adressées.

*
* *

La distribution de l'énergie électrique à Paris.

On sait que depuis 1908 la distribution de l'énergie électrique dans Paris est assurée par les soins de la Compagnie parisienne de distribution d'énergie électrique (C. P. D. E.), qui exploitera les anciens secteurs jusqu'à la fin de la période transitoire.

A partir du 1er janvier 1913, c'est-à-dire dans un an, les tarifs déjà abaissés en 1908 le seront de nouveau, et il est à prévoir que les industries électriques prendront à ce moment dans Paris un nouvel essor. En prévision de cette extension provoquée par une affluence de consommateurs nouveaux, la C. P. D. E. procède activement à la refonte complète de l'ancien réseau, les sous-stations ont été remaniées et en général entièrement reconstruites, de nouvelles ont été créées et rien n'a été négligé pour obtenir une organisation moderne. Ce qu'il y a de plus remarquable dans ces travaux, c'est qu'ils ont été conduits sans que le consommateur s'en soit aperçu, c'est-à-dire sans interruption dans le service. Peu à peu, les anciennes usines disparaissent, et en 1913, le courant sera fourni en totalité par deux usines en construction, l'une de 75 900 kw, à Saint-Ouen, près de la Seine, l'autre de 25 000 kw à Issy-les-

Moulineaux dont les unités de 10 000 kw tiendront sans doute le record européen de la puissance.

D'après la loi, la C. P. D. E. aurait le monopole de l'éclairage dans Paris, mais on ne lui a pas reconnu celui de la force motrice, en sorte que des concurrences seront probables. Il est même question d'une puissante société au capital de 50 millions qui distribuerait l'énergie pour moteurs dans les usines et ateliers à des prix moins élevés que la C. P. D. E. Quoi qu'il en soit, les nouvelles installations entraîneront forcément une grande consommation de matériel électrique, ce qui ne peut que réjouir nos constructeurs.

De même, la banlieue va aussi être mieux desservie. Il est question de créer dans le Nord de vastes usines génératrices alimentant des réseaux considérables dont les ramifications viendraient aux portes de Paris. L'une de ces usines serait, paraît-il, établie à Creil, une autre à Laon et on parle même de transmettre l'énergie d'usines établies sur le carreau des mines du Pas-de-Calais et du Nord.

Il y aura encore de beaux jours, comme on le voit, pour toutes les applications de l'énergie électrique dans la région parisienne.

*
* *

Réseau intercolonial français de télégraphie sans fil.

Le gouvernement français se propose de créer un réseau radiotélégraphique intercolonial, grâce auquel toutes les possessions françaises, ainsi que tous les navires de guerre et de commerce battant pavillon français, pourraient échanger des correspondances entre eux et avec la métropole, sans transiter par aucun poste étranger. Les stations principales de ce réseau seraient les suivantes : Tour Eiffel, Colomb-Béchar, Rufisque, Kotonou, Tombouctou, Bangui, Tananarive, Djibouti, Saïgon, Nouméa, Tahiti, îles Marquises et la Martinique. Chacune de ces stations deviendrait un centre de rayonnement rattachant à la métropole tous les postes secondaires placés dans sa zone d'influence.

*
* *

Accident à la station de télégraphie sans fil de Nauen.

Par suite de la violence inouïe du vent dans l'Allemagne du Nord, la tour de la station de télégraphie sans fil s'est écroulée le 30 mars à 1 heure de l'après-midi.

Cette tour, haute de 200 m, avait des fondations de plusieurs mètres de profondeur. Elle n'avait primitivement qu'une hauteur de 100 m. C'est tout récemment qu'on l'avait surélevée de 100 m supplémentaires. Il n'y a heureusement pas eu d'accidents de personnes.

La tour de Nauen était, après la tour Eiffel, la plus haute tour du monde pour la télégraphie sans fil. Elle permettait l'échange des communications avec les colonies allemandes de l'Afrique.

*
* *

La radiotélégraphie et les catastrophes maritimes.

Les renseignements donnés par les périodiques depuis le commencement de 1909 permettent de constater que pendant les trois dernières années les passagers embarqués à bord de 22 navires ayant subi des avaries ont pu être sauvés grâce à la télégraphie sans fil.

*
* *

Commission interministérielle de télégraphie sans fil.

Par décret, en date du 23 mars 1912, M. Colson, conseiller d'Etat, est nommé vice-président de la Commission interministérielle de télégraphie sans fil.

*
* *

Antonio Pacinotti.

Le professeur Pacinotti, à qui les membres du Congrès international de Turin avaient rendu un hommage mérité en septembre dernier, vient de mourir.

Pacinotti était né en 1841 à Pise.

*
* *

La télégraphie au Maroc.

Le sultan a décidé de relier les principales villes de son empire par des lignes télégraphiques terrestres; ce nouveau réseau télégraphique sera ouvert dans quelques mois au service public international. Le gouvernement marocain adhérera alors à l'Union télégraphique internationale.

Enfin, le sultan a décidé l'organisation et l'exploitation du monopole des téléphones interurbains.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Nouveau système de commande électrique des gouvernails de navire.

M. B. P. Haigh a imaginé et mis au point un perfectionnement de la méthode de commande créé par l'ingénieur A.-B. Brown.

On sait que cette dernière comporte l'emploi d'un moteur électrique mis en marche d'une façon permanente et auquel le mécanisme est relié au moment voulu au moyen d'embrayages.

Cette méthode est considérée comme supérieure à celle où le moteur est mis en marche et arrêté pour chaque déplacement du gouvernail, parce que l'on supprime les à-coups de la mise en marche, de l'arrêt et du renversement de marche, réduisant ainsi la dépense d'énergie, ménageant tant les appareils de commande proprement dits que les génératrices, diminuant les fluctuations de tension et simplifiant l'outillage en permettant l'utilisation du même matériel pour l'alimentation des moteurs et des lampes, etc.

Les figures 124 et 125 représentent le mécanisme tel qu'il est établi par M. Haigh, pour la commande d'un gouvernail convenant pour un navire de 135 m de longueur faisant 16 nœuds à l'heure.

Un bâtiment de ce genre, servant au transport de passagers, possède habituellement une installation électrique pour l'éclairage et le tirage forcé de quelque 200 kw environ; cette puissance est, par exemple, répartie en quatre groupes de 50 kw chacun.

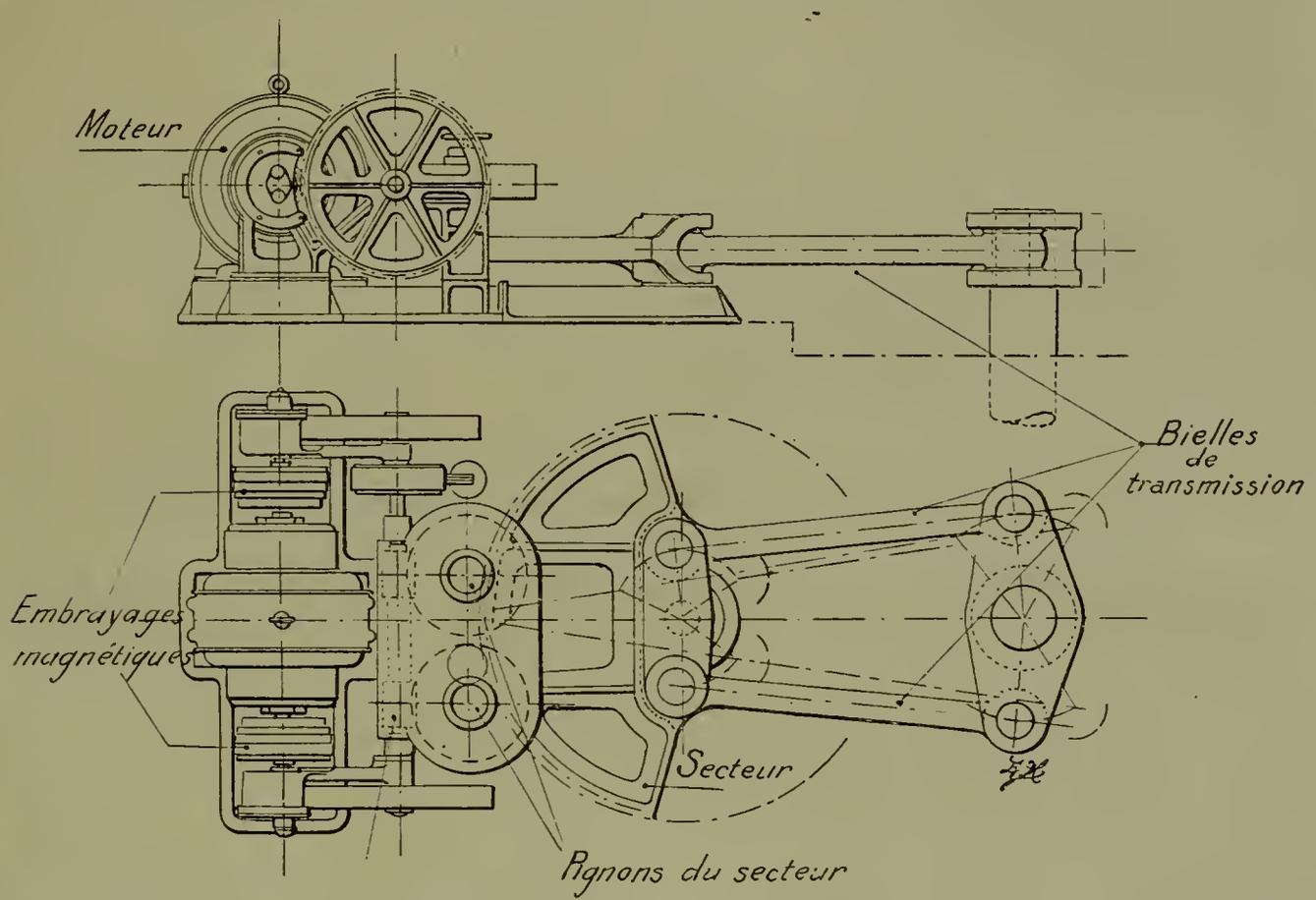


Fig 124.

Le mécanisme doit être capable de développer un couple de 5000 kg-m approximativement en imprimant au gouvernail un déplacement de 235 degrés en 20 secondes; la puissance du moteur est de 30 ch.

L'engin pourrait donc facilement être alimenté par un seul des groupes de l'installation considérée ci-dessus s'il arrivait que les autres génératrices fussent hors de service.

C'est un moteur compound à courant continu, maintenu en permanence en circuit; il marche à 500 tours par minute à pleine charge, mais sa vitesse peut aller jusqu'à 1000 tours par minute

sous les charges moindres; le courant absorbé à pleine charge est de 270 ampères sous 100 volts.

Un moteur triphasé pourrait paraître préférable à un moteur à courant continu, sous le rapport de la robustesse, mais la constance de vitesse de ce type provoque des fluctuations de tension plus sensibles sur les canalisations.

Le couplage du moteur avec le mécanisme est assuré au moyen d'embrayages magnétiques. A cette fin, l'axe du moteur est prolongé de part et d'autre et il porte de chaque côté les plateaux mobiles des embrayages; les plateaux faisant partie du mécanisme sont reliés à celui-ci par l'intermédiaire d'engrenages portant sur un contre-arbre et selon que l'un ou l'autre des embrayages est excité, le mouvement s'exécute vers la droite ou vers la gauche; les plateaux sont normalement tenus à distance l'un de l'autre, au moyen de ressorts et leur accouplement s'opère sous l'action d'un solénoïde; un léger disque d'acier protège celui-ci. C'est sur le bord de ce disque que s'exerce le frottement, par l'intermédiaire de blocs de fibre imprégnée; des blocs de cette espèce ont un coefficient de frottement un peu moindre que des blocs de bois, mais la marche en est plus silencieuse; l'usure des blocs est corrigée grâce à des bagues réglables.

Les paliers peuvent être à bagues ou à billes à la seule condition que le jeu soit modéré.

L'enroulement d'excitation de l'embrayage est excité au moyen d'un courant de 0,5 ampère, qui y est amené par l'intermédiaire de bagues de frottement montées sur l'axe; ces bagues se trouvent à l'intérieur de la carcasse du moteur, de façon qu'aucune partie électrique ne soit exposée à l'humidité; pour enlever l'armature, on dégage les blocs de fibre et on enlève les embrayages en même temps.

Comme on le voit sur la figure 124, le mécanisme de transmission est caractérisé notamment en ce qu'il comporte deux pignons engrenant avec le même secteur; cette disposition a pour but de permettre l'emploi d'engrenages plus légers, à dents moins profondes, et où l'usure est plus uniformément répartie; en outre, il est fait usage d'une vis sans fin à petite vitesse, possédant un haut rendement; la charge est également partagée entre les pignons, grâce à l'utilisation d'une vis droite et gauche, avec pignon redresseur intermédiaire.

Les deux vis glissent librement sur leur arbre; un certain jeu est ménagé entre les paliers, de manière que même une usure considérable des dents du secteur ne déséquilibre pas la répartition des charges.

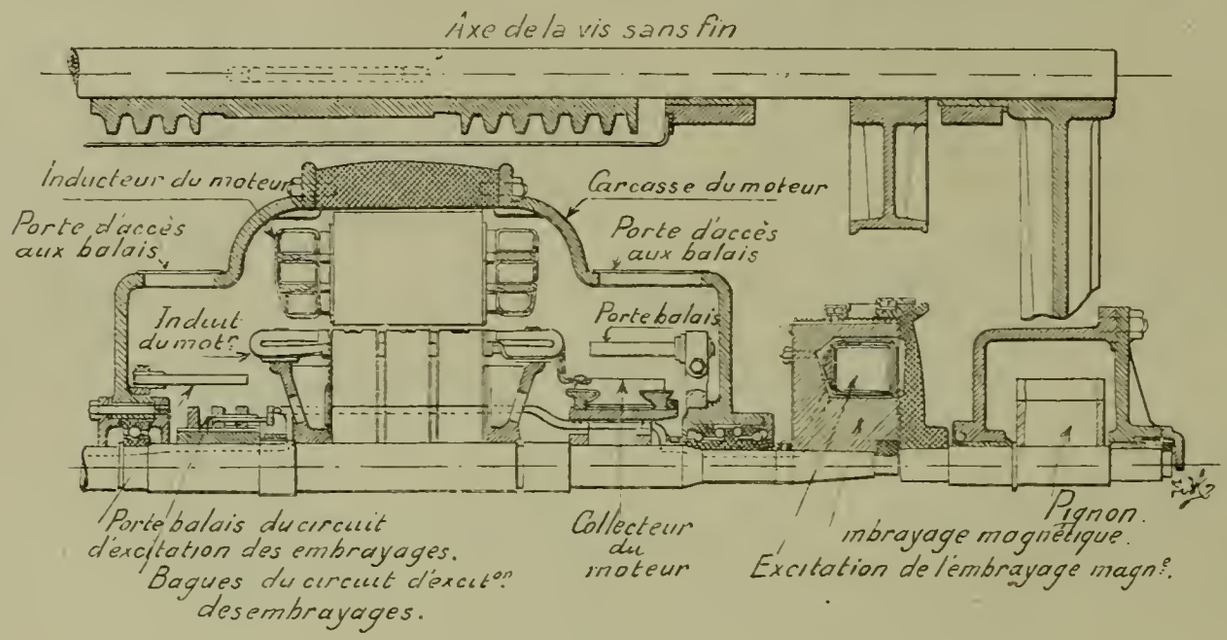


Fig. 125.

La transmission entre le mécanisme et le gouvernail est effectuée au moyen de bielles; les bielles de transmission ne sont pas parallèles et le rapport de transmission, qui est de 1,5 : 1 dans la position médiane augmente graduellement jusqu'à 2,2 : 1 dans la position extrême; le couple croît donc graduellement et il est maximum pour les mouvements de grande amplitude.

Cet arrangement fait réaliser une économie de 30 0 0 sur la force motrice nécessaire; d'après les essais, le gain est tel que, joint à celui obtenu grâce au haut rendement de la réduction à vis sans fin, il permet de réaliser le couple de 5000 kg-m requis avec un courant de 270 ampères sous 100 volts, tandis qu'il en faudrait un de 450 ampères dans le cas d'une transmission ordinaire; le rendement total est de 60 0/0.

Les embrayages sont contrôlés au moyen d'un télémoteur hydraulique Brown; le commutateur est actionné au moyen d'un arbre à cames; un frein rapide sert à arrêter le mécanisme; l'inertie est rendue aussi faible que possible par l'emploi de disques d'embrayage en acier.

La pression à l'embrayage est proportionnée à la capacité de surcharge du moteur, de manière qu'au delà d'une certaine limite, le glissement se produise; de cette façon, il n'est pas nécessaire de disposer d'autre fusible que le fusible principal, placé sur le tableau général du moteur et à côté duquel se trouve le démarreur.

H. Marchand.

L'application de l'électricité aux bateaux sous-marins.

(Suite et fin) (1).

L'installation des batteries d'accumulateurs dans les bateaux sous-marins présente des difficultés bien plus grandes que celles des batteries stationnaires surtout en ce qui concerne l'isolation et la ventilation.

Le fait qu'il n'est pas absolument possible d'avoir une batterie parfaitement isolée de la coque métallique, a été toujours la cause principale qui a en ravé l'adoption à bord des sous-marins des tensions un peu élevées (environ 500 volts), qui sont les plus employées dans les installations terrestres de traction.

Dans un article de M. J. Bréguet, paru dans *la Lumière électrique* en 1910, on parle de la possibilité d'employer la tension de 500 volts dans les sous-marins, afin de rendre moins lourds les moteurs et les conducteurs du courant.

Certainement, avec une telle tension, on pourrait réaliser de très grands avantages, mais, selon moi, ces avantages seraient toujours inférieurs aux inconvénients que le fonctionnement d'une batterie de 500 volts ne manquerait d'entraîner avec soi. Même pour les navires ordinaires, qui naviguant à la surface n'ont pas de batteries d'accumulateurs, on a toujours adopté des tensions très basses, qui seulement, par exception, ont surpassé les 110 volts. La maison Siemens-Schuckert a fait récemment une installation pour les machines du navire-aide pour submersibles *Vulcan* de la marine allemande, avec la tension de 440 volts, réduite à 110 volts pour l'éclairage; mais quoique l'on dise que nul inconvénient ne s'est jamais produit, le cas est resté isolé.

Dans la marine italienne, il y a déjà plusieurs années, l'ingénieur Laurenti a essayé la tension de 440 volts, sur le sous-marin *Delfino*, mais la difficulté d'obtenir une bonne isolation lui a fait préférer dans les construction suivantes la tension bien moins élevée de 220 et même de 110 volts.

L'atmosphère intérieure du sous-marin est toujours saturée d'humidité, dont la précipitation est favorisée par les variations de température et de pression. L'air saturé de vapeur d'eau à une température élevée de 40 à 50° C, dépose cette vapeur sur tous les objets sous forme d'une faible couche liquide, lorsque la température revient à sa valeur normale. Le même effet est produit par les variations soudaines de pression Un phénomène caractéristique que l'on remarque dans le sous-marin, quand il revient à la surface après une longue navigation sous l'eau et qu'il ouvre soudainement les écoutilles, c'est la formation instantanée d'un épais brouillard qui s'évanouit rapidement en se déposant sur les objets sous forme de petites gouttes d'eau. Le fait est dû à l'augmentation de pression qui se produit dans l'intérieur du bateau pendant l'immersion, à cause de la chaleur développée par les machines électriques et des pertes inévitables de la canalisation et des soupapes d'air comprimé.

Quand on ouvre les écoutilles, la pression diminue jusqu'à la valeur de la pression atmosphérique, et l'expansion combinée avec le refroidissement produit la condensation de la vapeur.

Dans une atmosphère si humide, où il est très difficile d'assurer une ventilation efficace d'air sec, il n'est pas possible d'éliminer les causes de mauvaise isolation, dont la plus importante est la formation de la couche liquide qui met en communication électrique les accumulateurs entre eux et avec les parties métalliques de la coque. A bord de quelques sous-marins russes du type Lake, qui sont pourvus de grandes batteries dont les éléments pèsent chacun 1200 kg, on a essayé d'améliorer les conditions d'isolation en plongeant

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1111, 13 avril 1912, p. 227.

toute la batterie dans la paraffine, coulée liquide entre les éléments après leur installation.

Seule, la partie supérieure des éléments restait en contact avec l'air; cependant, je crois que ce procédé n'a pas donné d'excellents résultats, car il n'a plus été appliqué dans la suite; peut-être aussi à cause du danger qui pouvait provenir de la paraffine qui est une substance assez facilement combustible.

Une autre cause de mauvaise isolation est la nécessité de ventiler la batterie pendant la charge, pour rejeter hors du bateau les gaz explosifs qui se développent en abondance surtout à la fin de la charge.

Dans certaines installations, comme dans les *Holland*, on laisse se dégager librement le gaz et on le laisse se répandre dans la partie inférieure de la chambre de la batterie, séparée de la partie supérieure au moyen d'un plancher étanche; on pourvoit ensuite à leur expulsion hors du bateau en employant des ventilateurs et des aspirateurs centrifuges. Mais ce n'est pas là le système que l'on emploie le plus fréquemment.

Les accumulateurs étant placés dans des chambres habitables du sous-marin sont pourvus chacun d'un couvercle étanche qui est muni d'un trou pour la sortie des gaz pendant la charge.

A ce trou, on adapte un tuyau en caoutchouc ou en ébonite qui va aboutir dans un système spécial de tuyautage, d'où les gaz sont aspirés et poussés hors du bord à l'aide d'un électro-ventilateur centrifuge Il y a deux différents procédés pour appliquer ce système de ventilation :

1° Aspirer, au moyen d'un aspirateur, les gaz qui se dégagent pendant la charge et les rejeter simplement hors du bateau;

2° Mélanger avec ces mêmes gaz une certaine quantité d'air de façon que le mélange résultant ne soit plus explosif et, ensuite, chasser ce mélange hors du bord.

Ce deuxième système est sans doute toujours préférable, car il empêche que, pendant la charge, dans une partie quelconque du submersible, même dans le tuyautage des gaz et dans les éléments, il y ait un mélange explosif. Le pourcentage de gaz tonnant, qui doit être mélangé à l'air pour éviter l'explosion, est à peu près de 9 0/0 en volume.

En revenant à ce que je disais à propos du défaut d'isolation causé par le tuyautage de ventilation de la batterie, on peut l'expliquer aisément en considérant que les parois intérieures de ces tubes sont toujours couvertes par une couche d'humidité saturée d'acide sulfurique qui s'y dépose pendant les charges. Cette couche est une très bonne conductrice de l'électricité et, par conséquent, met en connexion électrique les éléments entre eux et avec la coque métallique.

Avec les batteries alcalines au fer-nickel, le défaut sera encore plus important, car le développement de gaz pendant la charge est plus abondant, ce qui impose l'installation d'un tuyautage plus grand qui a, par conséquent, une plus grande surface; d'autant plus que les hydrates de potasse ou de soude transportés par le gaz sous la forme de petites gouttes en contact avec l'acide carbonique de l'air se transforment en carbonates, qui se déposent sous forme solide sur les surfaces des tubes et constituent un véritable conducteur solide.

Pour ces batteries alcalines, comme il n'a pas encore été fait aucune installation à bord, le problème de la ventilation n'a pas été étudié; le fait de ne pouvoir pas permettre à l'air de venir en contact avec l'électrolyte alcalin obligera à modifier les systèmes de ventilation dans leurs détails.

Je pense toutefois qu'en dépit des incertitudes et des inconvénients que l'application des batteries alcalines porte encore avec soi, on devra bien vite, au moins à titre expérimental, les adopter dans les bateaux sous-marins où la question du prix et du mauvais rendement électrique a bien peu d'importance, en comparaison des avantages relatifs au poids et au volume.

Seule, l'expérience pratique suivie d'un résultat décisif peut démontrer si le nouvel accumulateur est capable ou non de réaliser les grandes espérances qu'il a excitées dans le monde technique.

Moteurs de propulsion. — Puisque la source d'énergie d'un sous-marin ne peut être qu'une batterie d'accumulateurs, les moteurs, nécessairement, ne peuvent être que des moteurs à courant continu; et, puisqu'ils doivent être employés comme dynamos pour la charge des batterie, il s'ensuit qu'ils doivent être des machines en dérivation. D'ailleurs, en considérant aussi la nature de la résistance appliquée, c'est-à-dire la résistance de l'hélice, dont le couple varie avec le nombre de tours et est minimum au démarrage, il en résulte que le moteur à courant continu en dérivation est le plus convenable pour cette application. Il est vrai que quelques constructeurs, par exemple la maison Siemens-Schuckert, préfèrent bobiner les moteurs pour les sous-marins, comme des moteurs compound, en ajoutant au bobinage en dérivation un petit bobinage en série qui a pour but de rendre plus uniforme la marche du moteur et de lui permettre de supporter mieux les surcharges instantanées du démarrage et d'autres causes accidentelles.

Ce bobinage en série est presque toujours éliminé au moyen d'un interrupteur de cour-circuit, lorsque les moteurs fonctionnent comme générateurs pour la charge de la batterie. Toutefois, même dans ce type de moteurs que l'on pourrait appeler *hypocompound*, la plus grande intensité du flux inducteur est toujours due au bobinage en dérivation et on s'en sert pour le réglage de la vitesse; par conséquent, on peut les classer parmi les moteurs en dérivation, sans crainte d'erreur.

Le projet et la construction des moteurs électriques pour la propulsion des sous-marins ne présente pas en général plus de difficulté que les problèmes de l'électrotechnique ordinaire; cependant, il importe que les spécialistes connaissent exactement les conditions auxquelles doit répondre un bon moteur pour sous-marin, afin de pouvoir en tenir compte, même si elles ne sont pas spécifiées dans les contrats de fourniture.

Naturellement, dans chaque cas particulier, il faut donner plus d'importance à une condition qu'à l'autre, selon les idées de l'auteur du projet du bateau et selon les exigences des marins qui devront naviguer à son bord.

Cependant je crois que les qualités que je vais énumérer doivent être communes aux moteurs électriques de tout sous-marin.

1° Réglage très étendu du nombre des tours et facilité de manœuvre (démarrage et renversement).

2° Fonctionnement comme dynamo à un nombre de tours en général très différent de celui de la marche comme moteur et, dans cette condition, fournir la plus grande puissance possible en kilowatts-heure à la tension variable nécessaire pour la charge de la batterie.

3° Le meilleur rendement possible à toutes les vitesses, afin d'éviter l'échauffement du moteur et, en conséquence, du local qui a des dimensions toujours très restreintes.

4° Poids et volume d'encombrement réduits au minimum.

En ce qui concerne le réglage du nombre de tours plusieurs systèmes, dont je rappellerai seulement les plus importants, sont appliqués par les constructeurs.

Réglage au moyen des résistances d'induit. — Cette méthode, qui est évidemment la moins avantageuse pour une bonne utilisation de l'énergie, était employée sur les premiers sous-marins.

Son application n'est pas mauvaise quand il s'agit de moteurs de petite puissance, qui fonctionnent à une tension pas trop basse : 240 volts environ. Mais, pour les machines de puissance assez grande des sous-marins modernes, il n'est pas possible de l'appliquer sans rencontrer des difficultés très sérieuses :

1° Consommation énorme d'énergie dans les résistances.

2° Difficulté de manœuvre à cause des arcs qui éclatent entre des contacts mobiles du coupleur, où passent des courants de très forte intensité.

3° Développement excessif de chaleur pendant la marche sous l'eau.

4° Encombrement excessif de l'appareil de manœuvre, à cause du volume des résistances.

Réglage par variation du flux inducteur. — C'est le système préféré, ayant l'avantage de permettre un bon rendement du moteur à toutes les allures, avec des rhéostats de champ qui consomment peu d'énergie, développent peu de chaleur et sont peu encombrants.

Naturellement, pour appliquer cette méthode, il ne faut pas prévoir une variation de vitesse supérieure à 50-60 0 0 de la normale, pour éviter des moteurs trop lourds et de mauvais rendement.

La variation assez étendue du flux inducteur est aussi très utile dans le fonctionnement comme dynamo pour la charge de la batterie, où l'on doit faire varier la tension dans des limites assez éloignées, en laissant à peu près constant le nombre de tours.

Réglage par variation de la tension de ligne. — On emploie deux tensions différentes, dont l'une est le double de l'autre, obtenues en accouplant en série ou en parallèle les deux moitiés de la batterie; les tensions sont généralement 110 et 220 volts.

Ce système appliqué récemment sur le *Mariotte*, de la marine française, a été, depuis plusieurs années, employé sur le bateau-type *Glauco* de la marine italienne, avec des résultats satisfaisants.

Il permet un réglage double avec le rhéostat d'excitation, c'est-à-dire un premier réglage avec la tension de 110 volts aux balais du moteur, et un second réglage avec la tension de 220 volts; la tension du courant d'excitation restant toujours la même.

La charge des accumulateurs a lieu le plus souvent avec les deux moitiés de la batterie couplées en parallèle. Pour les services auxiliaires du bord, c'est-à-dire l'éclairage, les ventilateurs, les pompes, etc., on emploie la plus basse des deux tensions.

Cette méthode exige que, lorsqu'on passe du couplage en série à celui en parallèle, l'on insère de nouveau les résistances de démarrage, ce qui rend un peu lourd l'appareil de manœuvre.

En outre, la condition de modifier le couplage des batteries au moyen de l'appareil de manœuvre complique sensiblement les connexions des câbles conducteurs dans la chambre des machines où, en général, il n'y a pas trop de place.

Réglage avec moteurs a deux collecteurs. — Il a été appliqué à bord sous-marin *Archimède* de la marine française, et par l'ingénieur Laurenti, à bord du sous-marin italien *Foca*, avec un très bon résultat. Dans ce dernier bateau, les moteurs électriques avec tension constante de 110 volts environ peuvent marcher de 80 à 400 tours, sans aucune résistance d'induit et avec un bon rendement.

La particularité de ce système consiste dans le bobinage de l'induit qui est constitué par deux bobinages identiques qui aboutissent à deux collecteurs séparés, un d'un côté et l'autre du côté opposé de l'induit. On a, pour ainsi dire, un groupe constitué par deux moteurs, mais dont le champ inducteur est unique.

Pour la manœuvre, on peut coupler les deux collecteurs en série ou en parallèle en se servant de l'appareil de commande et régler la vitesse par le rhéostat d'excitation, soit avec un couplage, soit avec l'autre.

Cependant, à cause du champ inducteur unique, il n'est pas possible de passer avec continuité du couplage en série des collecteurs à celui en parallèle, parce qu'il est nécessaire pour cela d'interrompre le circuit du moteur, en insérant de nouveau les résistances de démarrage.

Quand sur un même arbre d'hélice sont installés deux moteurs électriques rigidement accouplés, le problème du réglage de la vitesse peut recevoir deux solutions très avantageuses. L'une est la manœuvre ordinaire de série et parallèle des deux moteurs, telle qu'on la fait dans les voitures motrices des tramways; l'autre est ce que l'on appelle insertion à deux moteurs, brevetée par la maison Siemens-Schuckert.

La première diffère bien peu du système d'un moteur unique avec deux collecteurs, car les deux allures *grande vitesse* et *petite vitesse* sont obtenues en couplant respectivement en parallèle et en série les induits des deux moteurs, tandis qu'au moyen des rhéostats d'excitation, on peut non seulement régler le nombre de tours, mais aussi charger également les deux moteurs quand ils marchent en parallèle.

L'avantage de ce système est de permettre le passage de la série au parallèle sans arrêter la marche des moteurs, car il suffit pour cela d'insérer une autre fois les résistances de démarrage, ce que l'on fait simplement par la manœuvre du coupleur. Puisque au démarrage et au renversement, les moteurs sont toujours couplés en série, les résistances de démarrage peuvent être assez peu encombrantes.

Ce système est appliqué dans le sous-marin *Trasher*, des Etats-Unis.

Réglage par insertion à deux moteurs. — Avec cette méthode, qui permet un réglage de tours très étendu, il n'est pas nécessaire d'arrêter la marche ni d'insérer les résistance de démarrage pour passer de la série au parallèle. Comme dans le cas précédent, les deux moteurs qui sont de construction identique et sont rigidement accouplés sur le même arbre, ont au démarrage leurs induits en série et le flux inducteur maximum, ce qui permet d'avoir de très petites résistances de démarrage.

Ensuite, par la manœuvre du coupleur, on affaiblit graduellement le champ inducteur du moteur n° 1 en laissant sans changement celui du moteur n° 2 (maximum). Puisque les induits sont en série, cela équivaut à enlever des résistances au circuit de l'induit n° 2, ayant diminué la f. é. m. du moteur n° 1.

Enfin, on coupe le circuit inducteur de 1 et toute la charge va passer sur le moteur 2, qui absorbe un courant de plus grande intensité et augmente son nombre de tours en se trouvant être directement inséré sur la tension de ligne. Dans ces conditions, on peut courtcircuiter le moteur 1, qui n'a pas de courant d'excitation et a son induit qui marche au même nombre de tours que le moteur 2. On peut alors de nouveau exciter le champ de 1 jusqu'à une valeur convenable et l'accoupler ensuite en parallèle avec 2 sur la tension de ligne sans aucune résistance. A ce moment, les deux moteurs 1 et 2 marchent en parallèle et l'on peut régler leur charge et leur vitesse au moyen des rhéostats d'excitation.

Toutes les opérations sont exécutées par le coupleur qui, même pour des moteurs assez puissants, n'a pas un volume trop encombrant. Ce système est certainement préférable dans tous les cas où l'on a deux moteurs égaux sur le même arbre et où l'on exige une grande variation du nombre de tours.

Rendement. — La question du rendement électrique dans les moteurs des sous-marins a une très grande importance pour les raisons suivantes:

1° Étant donnée la source dont on dispose, l'énergie électrique est précieuse et on doit l'utiliser aussi bien que possible, pour réaliser la plus grande vitesse et le plus grand rayon d'action sous l'eau.

2° Étant donnée qu'une diminution quelconque du rendement d'une machine électrique équivaut à une augmentation du nombre de watts qui se transforment en chaleur, il s'ensuit qu'un bon rendement est une condition essentielle pour éviter les élévations de température à l'intérieur du bateau.

Si l'on pense que, même dans les bateaux modernes de grand déplacement, la chambre des machines a un volume de quelques mètres cubes seulement, que les parois, quoique en contact avec l'eau renfermée dans les deux coques métalliques, ne sont pas refroidies par l'eau courante, qu'à l'intérieur il n'y a aucun renouvellement d'air, on comprendra aisément l'importance de l'élévation de température.

Par exemple, en supposant que la chambre des moteurs électriques soit sur un grand bateau $6 \times 4 \times 3$ m $= 72$ m^3, avec la puissance de 800 ch $= 590$ kw, on a, en désignant par η le rendement électrique :

avec $\eta = 0{,}92$ l'énergie transformée en chaleur est

$$590 \times 0{,}08 = 47 \text{ kw};$$

si $\eta = 0{,}88$, l'énergie transformée en chaleur est

$$590 \times 0{,}12 = 71 \text{ kw};$$

c'est-à-dire dans une heure :

avec $\eta = 0{,}92$ se dégagent dans l'air ambiant

$$47 \times 860 = 40\,400 \text{ calories};$$

avec $\eta = 0{,}88$ se dégagent dans l'air ambiant

$$71 \times 860 = 61\,000 \text{ calories}.$$

Dans le second cas, la même quantité d'air de 72 m^3 seulement doit transmettre aux parois une quantité de chaleur 35 0/0 plus grande, ce qui ne peut arriver qu'avec un considérable échauffement de l'air même.

Evidemment, on ne peut pas toujours prétendre d'empêcher l'élévation de température de l'air ambiant avec le bon rendement électrique du moteur; si la puissance des moteurs est trop grande par rapport au volume du local où ils sont installés, l'échauffement est inévitable, même si le rendement électrique est le meilleur possible, c'est-à-dire 92-93 0/0.

De cela découle la nécessité absolue de prévoir dans un prochain avenir la construction de moteurs électriques avec des systèmes spéciaux de refroidissement, qui permettent de chasser hors du bord la chaleur dégagée pendant le fonctionnement.

Pour ce refroidissement on peut employer l'air ou l'eau.

Le refroidissemsnt au moyen de l'air serait le plus convenable pour les parties en mouvement, c'est-à-dire pour l'induit; mais dans la pratique on trouverait que ce n'est pas le système le plus simple.

Il faudrait, au moyen de ventilateurs, faire circuler une quantité donnée d'air à travers les parties du moteur qu'on veut refroidir et, ensuite, pousser cet air dans des radiateurs spéciaux refroidis par l'eau de mer tenue en circulation par une pompe. L'air refroidi serait de nouveau aspiré par les ventilateurs et soufflé dans les moteurs. La chaleur serait dissipée par l'eau de circulation des radiateurs.

Étant donnée la faible chaleur spécifique de l'air, il est à prévoir qu'un tel système aurait un très mauvais rendement pratique.

Le refroidissement au moyen direct de l'eau peut, au contraire, avoir une application très utile et satisfaisante, malgré quelques complications qu'il entraîne dans la construction des moteurs. Cela explique pourquoi à présent plusieurs constructeurs étudient un bon type de moteur avec circulation d'eau et la maison Siemens-Schukert en a déjà construit et essayé un avec un très bon succès. La circulation d'eau est faite soit dans l'induit, soit dans les inducteurs, et on peut faire marcher le moteur à sa charge normale et même à des considérables surcharges en le maintenant complètement froid.

Le rendement électro-mécanique de la machine est un peu inférieur à celui des machines électriques ordinaires, mais la différence est heureusement compensée par les excellentes conditions de température du moteur et du local.

Je ne sais pas si jusqu'à présent on a fait des applications de moteurs semblables avec refroidissement d'eau; mais certainement on ne tardera beaucoup à le faire dans tous les bateaux qui ont une grande puissance électrique par rapport au volume intérieur.

Conclusion. — Dans ce qui précède, j'ai tâché de rappeler les conditions les plus importantes et les difficultés que l'on rencontre dans l'équipement électrique des sous-marins. Plusieurs autres questions relatives aux appareils de manœuvre à commande directe et à commande indirecte au moyen de relais; aux machines auxiliaires du bord, qui augmentent toujours de nombre et d'importance, mériteraient d'être traitées dans

un rapport complet sur les installations électriques des sous-marins.

Je me suis borné aux questions principales dans la conviction que cela suffira à démontrer le rôle important que joue l'électricité dans les bateaux sous-marins modernes qui, dans les flottes de toutes les nations, constituent l'arme sinon la plus formidable, certainement la plus insidieuse et dangereuse.

Spezia, 31 août 1911.

Ing. Agostino Bezzi.

Manuel du praticien.

Les causes de dérangement des machines électriques. Leur recherche et leur réparation.

I

DYNAMOS GÉNÉRATRICES A COURANT CONTINU

(Suite) (1).

D]. — Circuit ouvert dans les organes de la dynamo ou dans le circuit extérieur.

a). — *Interruption dans le circuit des inducteurs.* — Ce dérangement est caractérisé par ce fait qu'en employant une source de courant étrangère, la dynamo ne produit pas de courant, ce que l'on peut constater en intercalant une lampe à incandescence entre les deux bornes de la dynamo et après avoir, au préalable, détaché les conducteurs principaux. Il importe, en effet, de s'assurer ainsi que l'interruption se trouve bien dans les organes de la dynamo et non dans le circuit extérieur.

Pour trouver le point défectueux, on vérifie séparément chaque bobine inductrice à l'aide d'une pile et d'un galvanomètre ou bien d'une sonnerie, montée comme l'indique la figure 126. La bobine dont le circuit se trouve interrompu ne produit pas de déviation de l'aiguille du galvanomètre ou bien la sonnerie ne fonctionne pas. Naturellement, il faut détacher des bornes les extrémités de chaque bobine inductrice.

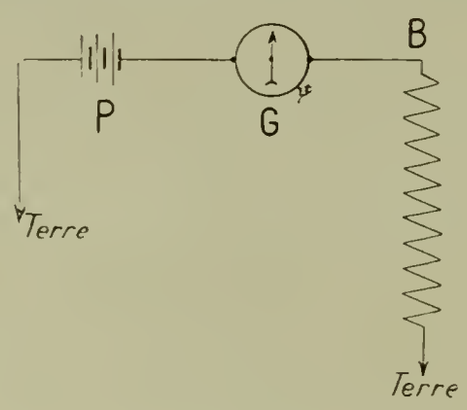


Fig. 126.

Après vérification des bobine , il convient de nettoyer soigneusement toutes les connexions du circuit inducteur pour s'assurer qu'il n'y a pas de mauvais contacts.

La bobine inductrice défectueuse doit être réparée.

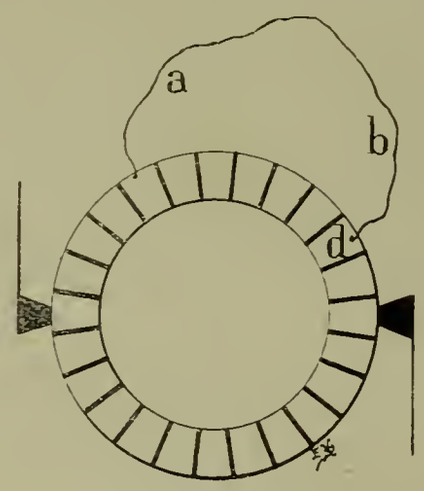


Fig. 127.

Le défaut peut provenir aussi d'une interruption dans le rhéostat d'excitation qui doit être vérifié de la même manière que les bobines inductrices. On doit également vérifier les conducteurs qui relient le rhéostat à la dynamo.

b). — *Interruption du circuit dans une section de l'induit.* — Ce dérangement est facile à reconnaître parce que la dynamo, excitée par une source de courant extérieure, ne produit pas le courant avec la tension normale et consomme, en même temps, une quantité d'énergie anormale pour son excitation: de plus, l'induit s'échauffe rapidement.

Pour rechercher la section défectueuse, on essaye chaque section séparément au moyen d'une pile et d'un galvanomètre après avoir détaché toutes les sections de l'induit du collecteur. Si une des sections essayée dans ces conditions ne produit pas de déviation de l'aiguille du galvanomètre, on en conclut qu'il y a une interruption. Ce procédé de recherche exige un travail très long et, par suite, une perte de temps; il est plus pratique et plus rapide de procéder de la manière suivante : on met la dynamo en marche et, au moyen d'un fil souple *a b* (fig. 127), on touche le collecteur en deux points *c* et *d* comprenant entre eux plusieurs lames. Si la dynamo commence à produire du courant, une étincelle jaillit entre le collecteur et les deux extrémités du fil *a b* et indique que l'interruption se trouve dans la partie

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1109, p. 200 et n° 1110, p. 216.

comprise entre les deux points touchés. S'il ne se produit pas d'étincelles, on cherche entre d'autres points du collecteur jusqu'à ce que des étincelles éclatent. Dès que les étincelles se produisent, on arrête la dynamo afin d'éviter toute détérioration du collecteur et de l'induit. La section défectueuse est facile à reconnaître aux traces de brûlures qui se trouvent sur la lame correspondante du collecteur.

Il y a lieu de faire remarquer que, le plus souvent, ce dérangement est dû plutôt à un mauvais contact qu'à une rupture de fil. Ces défauts produisent une détérioration rapide de certaines lames du collecteur par suite des fortes étincelles qui éclatent lorsque les balais passent sur ces lames. Il faut alors, dès que l'on s'aperçoit que certaines lames du collecteur sont plus détériorées que les autres, vérifier soigneusement toutes les connexions allant de ces lames aux sections correspondantes de l'induit et resserrer et au besoin souder les connexions défectueuses.

Si le défaut est dû à une rupture de fil de l'enroulement induit, il faut refaire l'enroulement de cette section. Une réparation provisoire consiste à mettre en court-circuit les lames du collecteur qui correspondent à la section défectueuse; ce procédé n'est applicable que dans le cas où le collecteur comporte un grand nombre de lames.

c). — *Les balais n'assurent pas un bon contact avec le collecteur.* — Lorsque les balais n'appuient pas sur le collecteur, un simple examen suffit pour reconnaître le défaut.

Mais il peut arriver que les isolants qui séparent les lames du collecteur fassent saillie et empêchent le contact. Dans ce cas, il faut enlever les saillies de l'isolant à l'aide d'un outil spécial en évitant de détériorer le cuivre du collecteur et de creuser trop profondément entre les lames, car la rainure ainsi produite pourrait s'emplir de poussières conductrices.

Parfois, dans certaines dynamos où les isolants sont en mica artificiel, il se produit à la surface du collecteur une sorte de couche isolante qui la recouvre et rend le contact défectueux; il faut alors nettoyer le collecteur au moyen de papier au carborundum ou de papier de verre très fin.

d). — *Interruption dans le circuit extérieur.* — Si l'essai indiqué en *a* fait reconnaître que l'interruption se trouve dans le circuit extérieur, on commence par vérifier soigneusement tous les appareils accessoires tels que interrupteurs, commutateurs, coupe-circuits, bornes de raccordement, etc., afin de s'assurer qu'ils sont en bon état, que les pièces de contact sont propres, que les fusibles ne sont pas fondus ou ne manquent pas, que les manettes des interrupteurs et commutateurs sont bien dans la position voulue, etc.

Cette vérification doit également porter sur les appareils récepteurs ainsi que sur ceux qui sont placés sur le tableau de distribution.

Lorsque cette vérification n'a donné aucun résultat, on procède à la vérification des conducteurs principaux à l'aide d'une pile et d'un galvanomètre (fig. 128), après avoir ouvert le circuit de tous les appareils d'utilisation. Un des pôles de la pile P est relié, au moyen d'un fil souple *f*, à l'une des extrémités d'un des conducteurs et avec un second conducteur *f* on touche l'extrémité

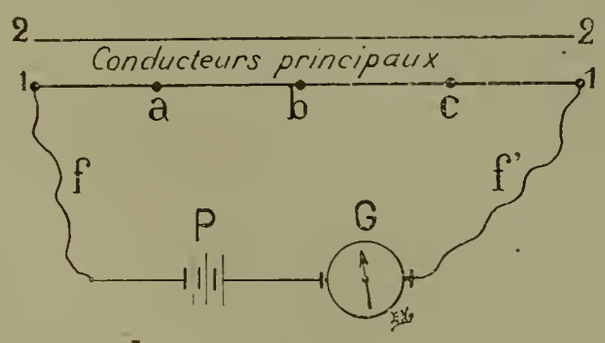


Fig. 128.

opposée du même conducteur. Si le conducteur est en bon état, l'aiguille du galvanomètre dévie; dans le cas contraire, on en conclut que le conducteur est interrompu. On procède de la même manière pour l'autre conducteur principal.

Pour trouver le point de rupture d'un conducteur défectueux, on laisse le fil *f* relié à l'une des extrémités du conducteur en essai et avec le conducteur *f'*, on essaye une section en touchant le point *a* par exemple; si l'on constate une déviation, c'est que la section 1 *a* est en bon état. On touche alors un autre point *b* du conducteur principal; si l'aiguille du galvanomètre dévie, on est certain que la section 1 *b* est également en bon état. On amène ensuite le fil *f'* en *c* et s'il ne se produit pas de déviation, le dérangement se trouve entre *b* et *c*. Par des essais successifs, il est facile de localiser le point défectueux sur la plus petite longueur possible.

Lorsque les appareils d'utilisation, tels que des lampes à incandescence, sont montés en dérivation, le fonctionnement de la dynamo ne peut être empêché que par une rupture d'un des conducteurs principaux, car une interruption dans l'un des circuits de dérivation n'empêcherait pas le reste de l'installation de fonctionner normalement et seul le circuit en dérangement aurait ses lampes éteintes.

La localisation du défaut sur ce circuit dérivé s'effectuerait alors comme il vient d'être indiqué pour le circuit principal, après avoir détaché les connexions qui relient ces deux circuits.

E]. — Inversion des bobines inductrices.

Si la dynamo s'excite avec un courant de source extérieure et produit le courant à la tension normale, mais que les pôles soient inversés, on doit en conclure que le courant, dans les bobines inductrices, passe en sens contraire du sens normal.

Cela peut provenir de ce fait que les bobines inductrices ont été placées sur les noyaux en sens opposé du sens normal ou bien que leurs connexions ont été inversées.

Pour déterminer le dérangement, on excite séparément les inducteurs et on constate que les pièces polaires sont fortement aimantées lorsqu'on approche séparément de chacune d'elles un morceau de fer. En effec-

tuant cet essai avec un aimant librement suspendu, on voit que les pièces polaires attirent chacune la même extrémité de cet aimant, ce qui indique qu'elles ont même polarité au lieu de présenter des polarités différentes.

Lorsque la dynamo est multipolaire, il est possible que la dynamo s'amorce quoique les connexions soient inversées dans les inducteurs; mais, dans ce cas, la tension aux bornes est inférieure à la tension normale. On recherche alors la bobine défectueuse en explorant chaque pièce polaire au moyen d'un aimant librement suspendu et cet essai doit porter successivement sur deux pièces polaires consécutives, deux pièces polaires voisines devant présenter des polarités de noms contraires.

Indépendamment de l'abaissement de tension, ce défaut provoque de fortes étincelles et des courants d'échange à l'intérieur de l'induit qui ne tarde pas à s'échauffer.

Une fois le dérangement caractérisé, il est facile de le réparer, soit en retournant la bobine défectueuse, soit en inversant ses connexions.

Dans les dynamos compound neuves ou nouvellement réparées, une erreur de connexion de l'un des deux enroulements a pour effet de produire une chute de tension lorsque la charge augmente, sauf dans les cas de courts circuits déjà mentionnés en *Cc*. Ce défaut provient de ce que le courant principal passe en sens inverse dans l'enroulement-série. Il suffit alors d'inverser les deux extrémités du gros fil.

Production de fortes étincelles aux balais dans une dynamo génératrice à courant continu.

Les causes qui peuvent donner lieu à la production de fortes étincelles aux balais sont les suivantes :

A|. Surcharge de la dynamo :

a) Tension anormale ;

b) Intensité trop considérable ;

c) Mauvais isolement du circuit extérieur ;

B|. Mauvais calage des balais ;

C| Mauvais état du collecteur ;

D|. Mauvais état des balais et des porte-balais ;

E|. Interruption dans le circuit de l'induit ;

F|. Court-circuit dans l'induit ;

G|. Isolement défectueux d'une bobine inductrice ;

H|. Faiblesse du champ inducteur ;

I|. Induit mal centré ;

J|. Erreur de connexion dans les bobines inductrices ;

K|. Machine malpropre ;

L|. Vitesse angulaire trop grande.

A|. — Surcharge de la dynamo.

Lorsqu'il se produit des étincelles et qu'en outre la dynamo s'échauffe à certains moments seulement, il est à présumer que le défaut provient d'une surcharge.

La surchage peut être due aux causes suivantes :

a). Tension anormale.

b). Intensité trop forte.

c). Mauvais isolement du circuit extérieur.

a). — *Tension anormale.* — Ce défaut est indiqué par le voltmètre et peut provenir soit d'un courant d'excitation trop intense, soit d'une vitesse angulaire trop grande.

Dans le premier cas, il suffit de diminuer l'intensité du courant d'excitation à l'aide du rhéostat de champ et, le plus souvent, cela suffit pour ramener la tension à sa valeur normale.

Si le défaut provient d'une trop grande vitesse angulaire, il est facile de le constater au moyen d'un compte-tours et il suffit de diminuer la vitesse du moteur actionnant la dynamo.

Lorsqu'on vient d'installer une dynamo et qu'on la met en marche pour la première fois, l'excès de vitesse peut provenir d'un défaut de proportion de la poulie, ce qu'il est facile de vérifier et de corriger.

On connaît, en effet, le nombre de tours n par minute, ainsi que le diamètre d de sa poulie. On connaît aussi le nombre de tours N par minute de l'arbre de transmission. On calcule le diamètre D à donner à la poulie de transmission à l'aide du rapport suivant :

$$\frac{D}{d} = \frac{n}{N}$$

d'où l'on déduit :

$$D = \frac{n}{N} \cdot d.$$

Autrement dit, il suffit de diviser le nombre de tours que doit faire la dynamo par le nombre de tours de l'arbre de transmission et de multiplier le quotient obtenu par le diamètre de la poulie de la dynamo.

Pour vérifier les dimensions des poulies et les vitesses du moteur et de la dynamo, on n'a qu'à multiplier la vitesse angulaire de chaque poulie par son diamètre exprimé en millimètres; les deux produits obtenus doivent être égaux.

Il y a lieu de tenir compte, pour la poulie de commande, d'une différence de 5 o/o en moins pour le glissement de la courroie.

b). — *Intensité trop considérable.* — L'observation de l'ampèremètre permet de constater ce défaut.

Si la dynamo alimente des lampes à arc, il suffit, pour diminuer l'intensité, d'augmenter la résistance intercalée sur chaque circuit de lampes à arc au moyen du rhéostat qui leur est affecté.

Lorsque les lampes à incandescence alimentées sont plus nombreuses que ne le comporte la puissance de la dynamo, il suffit d'en réduire le nombre pour que le fonctionnement redevienne régulier.

c). — *Mauvais isolement du circuit extérieur.* — Une perte à la terre en un point quelconque du circuit de distribution peut produire une surcharge. Il en est de même pour les pertes plus ou moins fortes dues au

temps humide lorsque le circuit d'utilisation est constitué par une ligne aérienne en fil nu.

Lorsque la canalisation est établie avec des conducteurs isolés, on s'assure que le défaut se trouve bien dans la canalisation extérieure en procédant de la manière suivante :

On détache les conducteurs principaux des bornes de la dynamo en prenant soin d'éviter qu'ils se touchent entre eux ou qu'ils viennent en contact avec le mur ou avec des pièces métalliques; autrement dit, ils doivent être isolés.

Cela fait, on ferme le circuit de tous les appareils d'utilisation et, à l'aide d'une pile P (fig. 129) d'un galvanomètre G et d'un fil d'essai, on touche avec ce dernier l'un des conducteurs principaux, A par exemple, après avoir préalablement mis le second pôle de la pile à la terre. S'il existe une perte à la terre en un point quelconque, l'aiguille du galvanomètre déviera.

Pour localiser le dérangement, on détache les conducteurs de toutes les dérivations en *a b*, *c d*, *e f* et *m n*. On vérifie chacun des conducteurs principaux A et B et, s'il n'y a pas de déviation, on en conclut que la perte se trouve dans une des dérivations. On répète l'essai sur chacune de ces dernières pour reconnaître celle qui est défectueuse.

La section défectueuse reconnue, on trouvera le dérangement en ouvrant le circuit de tous les appareils d'utilisation branchés sur cette section et en essayant ensuite séparément chacun des deux conducteurs. L'examen du conducteur, défectueux sur tout son parcours, permet de trouver le point mauvais, *x*, par exemple, du conducteur secondaire défectueux *d*.

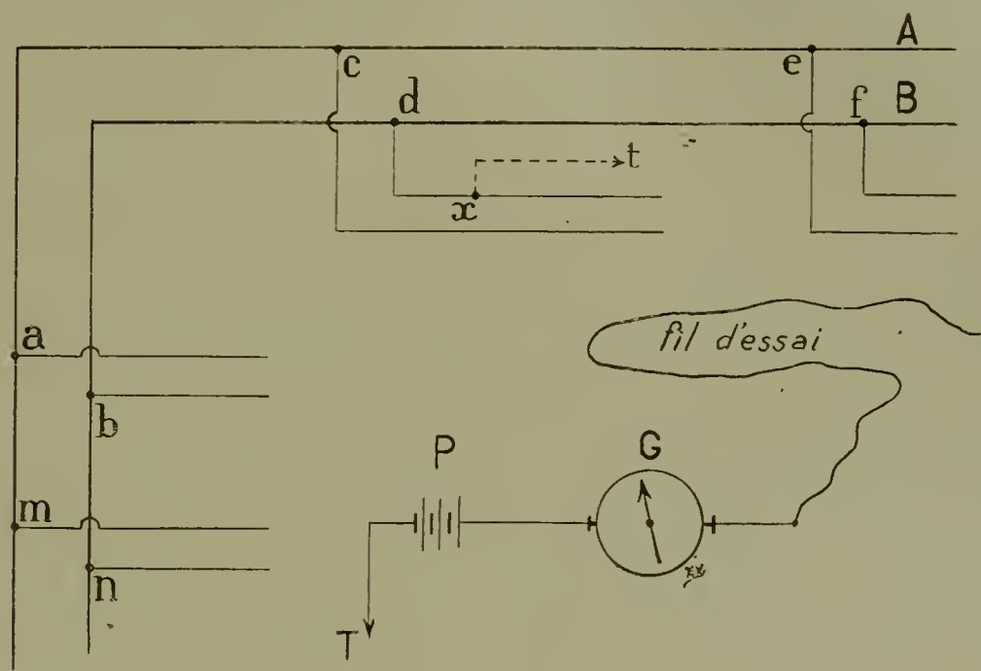


Fig. 129.

Le défaut peut aussi se trouver sur les conducteurs allant aux appareils d'utilisation. Dans ce cas, il est nécessaire de les détacher des conducteurs principaux de la dérivation pour les essayer comme il a été indiqué.

(A suivre).

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

APPLICATIONS DIVERSES

Purification de l'eau potable au moyen de l'ozone et des rayons ultraviolets.

M. le Dr Erlwein, de la Société Siemens et Halske de Berlin, a récemment fait une conférence sur les deux procédés précités de purification de l'eau potable en fournissant, à propos de leur caractère économique respectif, des données intéressantes. Nous relevons, dans le texte de cette conférence qu'a reproduit l'*Elektrotechnische Anzeiger*, les quelques chiffres suivants :

On peut produire 1 kg d'ozone avec 17-20 kw-heure. Si on opère sur des quantités de 200-300 m³ d'eau par heure, les frais de purification au moyen de l'ozone ressortent de 1,8 à 2,4 cm par mètre cube; les mêmes frais, dans les grandes installations, sont de 1 à 1,2 cm par mètre cube. Les sources principales de dépenses sont la main-d'œuvre, le paiement de l'intérêt sur le capital engagé, l'amortissement de ce capital, et enfin la

purification mécanique concomitante de l'eau, laquelle revient souvent à 0 9 cm par m³.

En ce qui concerne la purification de l'eau par les rayons ultraviolets, 100 à 300 kw-heure sont nécessaires par mètre cube de liquide. Par contre, dans le procédé d'ozonisation, l'on ne consomme que 60 à 100 watts-heure, selon le degré de pureté du liquide à traiter. Pour les petites installations domestiques dans lesquelles on ne regarde pas de si près à la question dépense, le système de radiation est préférable; d'autre part, c'est le procédé d'ozonisation qui se recommande dans les grandes installations centrales d'alimentation. — G.

DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

La distribution d'énergie électrique dans Londres.

La question de la distribution future de l'énergie dans la ville de Londres excite la vive attention des ingénieurs et des administrateurs des vingt ou trente stations génératrices qui sont chargées de répondre aux demandes d'éclairage et de force motrice. Depuis plusieurs années, il y a souvent eu des réunions des représentants des compagnies et des municipalités dans le but d'arriver à une entente quelconque et de répondre ainsi aux besoins généraux de la ville au lieu de procéder à des extensions successives sous la direction d'autorités différentes. Quelques-uns des conseils municipaux ont déjà reconnu la nécessité d'une action coopérative et les économies qui en résulteraient, et certains sont déjà entrés dans cette voie, comme par exemple ceux de Poplar et de Stepney, où l'on a recueilli les capitaux nécessaires, où l'on s'est assuré des approvisionnements de charbon de manière à effectuer une distribution d'ensemble à une époque déterminée et pour une durée fixe. A Hackerey, le conseil de fabrique s'est également rallié au même projet, bien que, pour le moment actuel, il semble qu'il soit préférable et économique, pour ce quartier, d'effectuer seul quelques extensions nécessaires et de remettre à plus tard une distribution générale conjointement avec les quartiers voisins. Quant à quelques autres parties de Londres, comme celle dont la station de Lot's Road, à Chelsea, alimente les chemins de fer électriques souterrains, les administrateurs demandent au Parlement de se joindre à la Compagnie d'éclairage électrique de Richmond et à la Compagnie du Nord-Métropolitain afin de permettre à ces compagnies de ne point installer inutilement de matériel générateur supplémentaire. Les administrateurs de Lot's Road demandent également l'autorisation de fournir de l'énergie à des abonnés particuliers au moyen des canalisations posées le long des voies ferrées, mais cette proposition soulève des objections sur l'hostilité des compagnies qui ont le droit et le monopole, après autorisation officielle, d'alimenter les particuliers dans cette région. Le Conseil de comté de Londres vient de nommer une commission spéciale pour étudier la question générale de la distribution de l'énergie dans Londres dans le but d'assurer, si c'est possible, un règlement uniforme pour toute entreprise, compagnie privée ou municipalité, en ayant en vue la remise, en 1931, entre les mains du Conseil, de tous les droits et de toute la direction de tous les différents réseaux. Les règlements de 1908 à 1910, relatifs à la distribution de l'énergie, garantissent au Conseil le droit de rachat, au moment de la fin de la concession, de toute entreprise et ces mêmes règlements lui accordent également voix prépondérante dans tous les accords passés entre les différentes entreprises de distribution. La commission nommée publiera un rapport au sujet des meilleures méthodes à adopter pour cette distribution selon les circonstances locales diverses; elle nommera des experts qui décideront s'il est nécessaire de s'entendre avec les services officiels et qui prépareront les statistiques financières et autres dans le but de poser des conclusions.

Il est intéressant de noter quelques-uns des effets de la lourde charge supportée par le réseau de la distribution électrique municipale de Londres qui se compose actuellement des chemins de fer à courant monophasé de Londres-Brighton et de la Compagnie de la Côte Sud. Pour l'année 1911, il y a eu, à ce seul point de vue, une augmentation de 73 0/0 dans la distribution. Le résultat a été en accroissement, dans la totalité des kilowatts vendus, de 13 millions à 20 millions 477 milles, et le prix total par kilowatt a été de 0,08 fr au lieu de 0,10 fr en 1910, soit en réduction de 21 0/0.

La Compagnie Métropolitan Railway s'occupe du renouvellement du matériel générateur à sa station de Neasden. Deux nouveaux groupes à turbines sont déjà en service, d'où il en est résulté une économie de charbon par kilowatt produit de 1,38 kg à 1,30 kg, ce qui donne une somme considérable par an si l'on pense que la production est de 160 000 kw par jour. Le prix du courant revient à moins de 0,02 fr le kw et ce résultat peut avantageusement être comparé à celui de toute autre station dans Londres et aux environs.

L'une des plus anciennes compagnies de Londres vient de réaliser des modifications importantes. C'est la Saint-James and Pall Mall Electric Light C°, qui a fait de sa station de Mason's Yard une sous-station transformatrice pour la distribution à haute tension du courant qui lui est fourni par sa filiale la Central Electric Supply C°; une puissante batterie d'accumulateurs y a

été adjointe et constitue une avantageuse réserve en cas d'accident. Les résultats sont si satisfaisants qu'un perfectionnement similaire va être organisé pour une partie du matériel de la station de la rue Cornaby. Les deux tiers de la chaufferie ont été renouvelés et consomment maintenant du charbon bitumineux avec une économie considérable; deux tiers également du matériel générateur sera renouvelé avec une production de 13 220 kw. L'ingénieur de la Compagnie a décidé de substituer au tiers restant un groupe de transformateurs pour utiliser une distribution provenant de la station de Grone Street; le prix de ces modifications est estimé a 10 000 livres et en outre un nouveau groupe à turbines de 9000 kw a été commandé par la station de Grone Road. Les directeurs de la Saint-James C° déclarent que l'expérience de chaque année leur démontre qu'ils ont bien fait d'établir leur principale station d'alimentation à Grone Road et de compter sur elle pour les futures extensions. L'époque des stations disséminées dans la zone de distribution est absolument passée et bien que le progrès se fasse lentement, on peut prévoir le temps où la distribution s'effectuera en grandes quantités au moyen de puissants centres générateurs, les anciennes stations ne devant plus servir que de centres de distribution. — A. H. B.

DIVERS

Un nouveau procédé pour recouvrir de plomb le fer et l'acier.

On sait que jusqu'ici, pour recouvrir le fer et l'acier d'une enveloppe de plomb, on plongeait la pièce traitée dans du plomb en fusion auquel on ajoutait, en certains cas, un petit pourcentage d'étain. Naturellement, le plomb ainsi appliqué ne pouvait présenter qu'une minime épaisseur. Or, suivant l'*Electrician*, M. S. Cowper-Coles vient d'imaginer et de mettre au point un nouveau procédé peu coûteux avec lequel il est possible de donner au revêtement en plomb toute épaisseur désirée. Le procédé en question est destiné à recevoir de nombreuses et précieuses applications : il permettra, par exemple, de revêtir de plomb les tubes en fer tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, ou seulement à l'intérieur pour le transport des liquides corrosifs; il permettra encore de garnir de plomb les pompes et les récipients appelés à recevoir des produits chimiques, etc. Le même procédé pourra également servir, assure-t-on, à garnir de plomb les poteries et les articles en bois, ainsi que les ferrures ornementales qui s'emploient dans les constructions. — G.

ÉCLAIRAGE

Prix de revient de l'éclairage électrique public à Chicago.

Suivant le *Times Engineering Supplement*, en 1887, le prix de revient de l'éclairage électrique de 660 km des rues de Chicago revenait à 4,45 fr par bougie-an, tandis qu'en 1911 on trouve que 1990 km des mêmes rues ont été éclairées électriquement au prix de 84,5 centimes par bougie-an. Grâce aux 10 000 lampes nouvelles que l'on installe en ce moment et qui comportent, dans une grande proportion, des arcs à flamme, on aura bientôt, à Chicago, 2800 km de rues électriquement éclairées. Le fonctionnement des nouvelles lampes ne reviendra guère qu'à 7 centimes par bougie-an. On doit d'abord remplacer 5500 lampes à arc en vase clos alimentées par du courant continu; on introduira ensuite les nouvelles lampes sur les circuits à courant continu.

Actuellement, on étudie des devis d'installations nouvelles portant sur 20 000 et 30 000 lampes. En réalisant le projet d'addition de 20 000 des nouvelles lampes, on porterait le développement des rues électriquement éclairées à 4700 km. Si on adopte le projet de 30 000 lampes nouvelles, il restera encore quelque chose comme 330 km des rues de Chicago à éclairer au gaz. — G.

ÉLECTRICITE GENÉRALE

RECHERCHES

Résistance électrique du mercure à de très basses températures.

M. Kammerling Omnes a récemment étudié la résistance électrique du mercure à des températures voisines du zéro absolu. D'après ces recherches, dont il a communiqué le résultat à l'Académie hollandaise des sciences, et dans la réalisation desquelles de l'hélium liquide donnait les basses températures désirées, la résistance électrique du mercure, à — 270°, n'est plus que la dix-millionième partie de celle qu'il a au zéro usuel. Le résultat en question confirme l'indication donnée par la théorie, à savoir que les métaux, au zéro absolu, ne présentent plus la moindre résistance électrique. — G.

ÉLECTROCHIMIE

Production d'un dépôt galvanique brillant en argent

L'*Elecktrotechnik und Maschinenbau* indique le procédé suivant, qui permet d'obtenir un dépôt galvanique brillant d'argent : à 1 litre du liquide devant constituer le bain d'argent, on ajoute 10

gouttes de sulfure de carbone, et on agite énergiquement le mélange. Après avoir laissé ce mélange déposer pendant quelque temps, on décante le liquide clarifié. On a ainsi une solution de sulfure de carbone dont on ajoute 18 gr par 45 litres du bain. Il faut ajouter au bain, de temps à autre pendant le fonctionnement, un peu de la solution de sulfure de carbone. L'enveloppe galvanique obtenue avec le bain ainsi qualifié apparaît lisse et brillante; elle est plus dure qu'une enveloppe mate et elle se laisse polir sans difficulté. — G.

FORCE MOTRICE

Utilisation industrielle des tourbières de Bavière.

Analysant une étude de M. H. Croissant, de Pasing, sur l'utilisation industrielle des tourbières existantes en Bavière, l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* donne à ce sujet les détails suivants :

La Bavière méridionale possède, dans ses vastes tourbières, une réserve énorme d'énergie qui, rationnellement exploitée, peut fournir à bon compte de grandes quantités d'électricité et de calorique. Ces tourbières, qui se rencontrent dans le voisinage du Danube, recouvrent une étendue de 1245 km². Quand même on n'exploiterait que 1000 km² de cette étendue, à supposer que l'épaisseur du lit de tourbe ne soit partout que de 1 m et que le mètre cube de tourbe extraite ne contienne que 50 kg de carbone, on se trouve en présence d'une disponibilité de 50 milliards de kilogrammes de carbone. Cette masse, au cas d'une extraction effectuée durant 300 jours par an (10 heures de travail chaque jour ouvrable), pourrait donner pendant cinquante ans de 650 000 à 700 000 ch ou encore, pendant la même période, de 325 000 à 350 000 ch avec une quantité annuelle de 1 milliard de mètres cubes de gaz à l'eau. — G.

INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

L'industrie électrique italienne en 1911.

D'une étude d'ensemble sur l'activité de l'industrie électrique italienne en 1911, la *Rivista tecnica d'Elettricità* conclut que les importations, en Italie, de matériel électrique en provenance de l'étranger, et principalement de la Suisse et de l'Allemagne, ont notablement diminué. La production nationale a augmenté d'autant et même plus, étant donné que l'utilisation de l'électricité pour des applications diverses s'accroît toujours davantage. Cette augmentation permet d'espérer que l'Italie sera bientôt elle-même en état d'exporter, à son tour, des appareils et autres articles électriques, construits sur son propre territoire, dans les pays que des raisons diverses rendent accessibles au commerce italien. — G.

Exportations électriques des Etats-Unis.

D'après les chiffres réunis par le ministère du commerce et du travail de Washington, la valeur des machines et appareils électriques exportés par les Etats-Unis s'est élevée à environ : 1911, 99 500 000 fr; 1910, 88 millions de fr; 1909, 67 500 000 fr; 1908, 65 500 000 fr; 1907, 90 500 000 fr. Comme on le voit, le chiffre des exportations de 1907 n'a été dépassé que par celui de 1911. — G.

LAMPES

Points de fusion du tungstène et du tantale.

L'*Electrical World* signale des recherches faites à l'Université du Wisconsin en vue de déterminer les points de fusion du tungstène et du tantale. Les mesures ont été effectuées avec un soin minutieux au moyen du pyromètre optique et d'un prisme à vision directe donnant une lumière monochromatique. On a constaté que le point de fusion du tungstène est à 3002° C et celui du tantale à 2798° C. Ces valeurs diffèrent quelque peu de celles généralement admises. La différence entre les points de fusion des deux métaux ne suffit pas pour expliquer l'écart que présentent les efficacités obtenues avec leurs filaments respectifs employés dans les lampes à incandescence. Probablement le filament de tantale n'est pas formé de métal pur, mais d'un certain alliage, d'autant plus que son coëfficient de température ne correspond pas à celui d'un métal pur. Dans un essai de fusion du tantale, on a échauffé un fragment de ce corps, dans un four à graphite, au-dessus du point critique, et cela sans produire la fusion; on a ensuite retiré du four le fragment traité et on a constaté qu'il avait entièrement changé d'aspect, ayant été probablement attaqué par la vapeur du charbon. Il serait donc possible d'obtenir des corps composés qui seraient plus réfractaires que l'un ou l'autre des deux métaux ci-dessus ou qui posséderaient une résistance spécifique plus élevée. — G.

PILES

Une nouvelle pile électrique.

Une pile électrique, d'une conception très originale, vient d'être imaginée par un inventeur américain, M. R.-V. Heuser. Sa caractéristique est d'employer, pour la constitution de l'électrode positive, l'amalgame de sodium.

La pile se compose d'une cuvette dans laquelle se place le récipient, qui est en métal; cette cuvette présente des nervures qui tiennent le récipient à distance; elle est normalement remplie d'eau, par des trous percés dans le récipient laissant passer le liquide et lui permettant d'arriver au dépolarisant et à l'électrode négative ce dépolarisant est constitué par de l'oxyde de cuivre; l'électrode négative est séparée de la positive par un mince diaphragme sur lequel repose l'amalgame de sodium; celui-ci est isolé du récipient métallique par un revêtement cylindrique en porcelaine; enfin, reposant sur la surface du sodium, une plaque métallique sert à établir le contact avec cette partie; l'autre connexion est faite directement au récipient.

TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

Téléphone et voitures à taximètre.

On lit dans le *Times Engineering Supplement* qu'une compagnie de voitures de louage de Pittsburgh (Etats-Unis) a trouvé une nouvelle application ingénieuse du téléphone. Cette compagnie fait installer des appareils dans des boîtes en fer fixées sur des poteaux en différents points de la ville, boîtes reliées avec son bureau téléphonique central. Cette entreprise a constaté qu'environ la moitié du parcours de ses véhicules se faisait à vide et que souventes fois, alors qu'une voiture rentrait au dépôt, après avoir fourni un long trajet, une autre voiture devait partir, mandée par un client en un point proche de l'endroit où la première voiture avait déposé son ou ses voyageurs. C'est pour remédier à cet inconvénient que l'entreprise en question installe des appareils téléphoniques. Tous les conducteurs auront des clefs ouvrant les boîtes en fer précitées et, dès qu'ils auront achevé une course, ils signaleront immédiatement le fait, à partir de la première boîte se trouvant sur leur passage, au dépôt; ce dernier leur donnera des ordres sur leurs mouvements ultérieurs. On estime que l'entreprise intéressée pourra, par ce moyen, satisfaire à des commandes de voitures plus nombreuses dans la mesure de 25 0 0, et cela sans avoir à augmenter son matériel roulant. — G.

TRACTION

Un chemin de fer électrique de Galata au Bosphore (Turquie).

L'*Elektrotechnische Anzeiger* annonce que le Conseil des ministres de Turquie vient d'accorder, à la maison Lenz et Cie de Berlin, une concession d'une durée de 75 ans pour la construction et l'exploitation d'un chemin de fer électrique, souterrain et aérien, entre Galata et le Bosphore.

On estime que les travaux projetés reviendront à une somme d'environ 40 millions de fr. Le chemin de fer en question sera à écartement normal et comportera, sur une partie de son parcours, deux voies; il sera aérien et souterrain dans la ville elle-même et passera à niveau du sol dans les faubourgs; il franchira les voies publiques au moyen de ponts ou de tunnels, en sorte que ses trains pourront circuler à une allure de 60 km à l'heure. On compte que la ligne sera achevée jusqu' à la station de Mezar-Bournou, son point terminus provisoire sur le Bosphore (20 km) dans un délai de trois ans. Elle sera ensuite prolongée jusqu'à Rouméli-Kavak et enfin jusqu'à Rouméli Féner-Kalessi, à l'entrée de la mer Noire (environ 30 km) L'État turc n'accordera aucune subvention. Les capitaux engagés dans l'entreprise semblent devoir fournir un bon rapport. — G.

La traction électrique sur les chemins de fer.

Il est question d'électrifier les chemins de fer suburbains de Boston. M. W.-S. Murray, s'occupant de cette question, déclare que le système à courant alternatif est le seul utilisable pour les services à grande distance.

Il cite comme exemple l'installation de la New Haven Company, qui alimente son réseau directement de l'usine génératrice, grâce à l'emploi direct du monophasé, tandis qu'il lui aurait fallu des sous-stations à intervalles de 10 à 12 1/2 km, si elle avait employé le courant continu.

Il n'est pas exact que la réduction des frais d'entretien des locomotives et des dépenses de combustible puisse toujours couvrir les frais d'amortissement des dépenses de l'électrification; cela n'est vrai que si le trafic est très dense. mais l'électricité procure une augmentation de la capacité de service du matériel. — H. M.

La traction électrique en Autriche.

L'*Electrician* nous apprend qu'un chemin de fer électrique à voie normale est actuellement en cours de construction de Vienne à Presbourg. Cette ligne sera la troisième, en Europe, utilisant en partie du courant continu et en partie du courant monophasé; les deux autres lignes de l'espèce sont le chemin de fer Vienne Baden, achevé en 1908, et le réseau des tramways de la banlieue de Lyon, construit vers la même époque. Sur la ligne Vienne-Presbourg, les sections traversant des régions à population dense, c'est-à-dire celle de Vienne à Schwechat (12,5 km) et celle de Ligetfalu à Presbourg (5 km) seront alimentées avec du courant continu sous 550 600 volts; d'autre part, entre Schwechat et Ligetfalu, on utilisera du courant monophasé à 15 périodes et ayant une tension de 15 000 volts. On emploiera un outillage différant suivant les sections. Le service urbain sera assuré par l'outillage ordinaire à courant continu; quant au transport interurbain des

voyageurs et des marchandises, il y sera pourvu par des locomotives à courant alternatif. A l'arrivée aux limites des villes intéressées, les locomotives à courant alternatif seront substituées aux locomotives à courant continu. La vitesse maximum de marche des trains sera de 61,5 km à l'heure sur la section à courant alternatif, et de 31,5 km sur les sections à courant continu. — G.

USINES GÉNÉRATRICES

Une station centrale intercommunale dans le Luxembourg.

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* donne, d'après M. Manternach, les informations ci après sur la station centrale intercommunale de Gundhofen (Luxembourg), laquelle utilise les eaux de l'Ernz noire. Au moyen d'un barrage établi à 500 m en amont de l'usine, on a obtenu une chute utile de 7,5 m. Dans l'usine, il y a une turbine horizontale Francis de 86 ch, construite par la maison J. M. Voith, de Heidenhem, qui donne un rendement de 80 0/0 et qui, avec des variations de charge s'élevant jusqu'au quart, ne modifie son nombre de tours que dans la proportion d'à peine 2 0/0. Cette turbine actionne un alternateur de 50 kw donnant du courant sous 3000 volts, une dynamo à courant continu de 24 kw donnant du courant sous 110 volts; et un groupe moteur-générateur constitué par un moteur synchrone de 14 ch sous 220 volts et une dynamo à courant continu de 8,5 kw sous 165 volts, qui est raccordée aux barres collectrices de courant continu. Sur les mêmes barres est montée, au moyen d'un réducteur, la batterie de 70 éléments. Dans la journée, la turbine actionne l'alternateur, lequel alimente le réseau et, en même temps, charge les accumulateurs. En outre, la machine à courant continu peut fournir de l'énergie pour les besoins locaux. Quand la charge augmente, les accumulateurs fonctionnent comme source d'énergie et actionnent le convertisseur dont la partie à courant alternatif, montée sur le réseau au moyen d'un transformateur de 3000/220 volts, seconde l'alternateur. Pour le service de nuit, le convertisseur suffit à lui seul pour assurer l'alimentation. Jusqu'à ce moment deux localités, situées à des distances respectives de 2,5 et 4 km, ont été rattachées au réseau de 3000 volts par des transformateurs refroidis par l'huile. L'installation domestique est remboursée par le consommateur au moyen de paiements échelonnés, à raison de 2,5 fr par mois. Grâce à cette combinaison, la consommation de courant s'est rapidement accrue et on a constaté qu'au prix de vente de 60 cm le kw-heure, la circonstance des frais d'installation très minimes aidant, la population agricole fournit une excellente clientèle pour la consommation de l'énergie électrique. — G.

Nouvelles

Exposition internationale de Gand.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre du commerce et de l'industrie,

Décrète :

Art. 1er. — M. Marraud (Pierre), conseiller d'État, directeur général de l'enregistrement, des domaines et du timbre au ministère des finances, est nommé commissaire général du gouvernement français à l'exposition universelle et internationale de Gand.

Art. 2. — Le ministre du commerce et de l'industrie est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 3 avril 1912.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :

Le ministre du commerce et de l'industrie,

Fernand DAVID.

*
* *

La télégraphie militaire en France.

Par une loi qui vient d'être promulguée, les troupes actives de télégraphie militaire comportent un régiment comprenant treize compagnies de sapeurs télégraphistes dont une à composition spéciale affectée à la radiotélégraphie; un groupe de sapeurs télégraphistes des places fortes; une compagnie de sapeurs conducteurs.

De plus, il est créé des unités rattachées aux corps de troupe du génie stationnés dans l'Afrique du Nord.

Le Gérant : L. DE SOYE.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Nouveau système de commutateur téléphonique automatique.

La *Kellogg Switchboard and Supply Company*, de Chicago, a mis au point le matériel d'autocommutateur dont le principe est indiqué ci-après et qui se différencie complètement du système Strowger, presque exclusivement employé jusqu'à présent dans les installations téléphoniques automatiques. Ce matériel est utilisable, d'une façon générale, et moyennant des modifications de détail, pour la plupart secondaires, pour les différentes applications de l'automaticité : automaticité complète, avec appareils automatiques d'appel chez l'abonné et suppression des opératrices au bureau central; automaticité partielle, appliquée seulement à la distribution des appels entre les postes d'opératrices qui établissent les communications de la façon habituelle, ou encore semi-automaticité, avec établissement des communications à l'aide de dispositifs automatiques. Il comporte cinq types de dispositifs, dont la description ci-après n'indique d'ailleurs que la forme schématique : le commutateur circulaire à balais multiples (*Circular polywiper*); le commutateur circulaire à avancements longs et courts, avec un seul électro-aimant (*Circular long and short step with one driving magnet*) ou avec deux électro-aimants (*with two driving magnets*); le commutateur circulaire double à déclenchement vers l'arrière (*double rotary with back release*) ou vers l'avant (*forward release*).

I. COMMUTATEURS.

1| **Commutateur circulaire à balais multiples.** — Ce commutateur se compose de deux éléments munis chacun d'un électro-aimant et réunis ensemble dans le but d'économiser la place et de faciliter le montage; ces éléments eux-mêmes sont formés de balais et de contacts.

La figure 130 donne le plan et la coupe du dispositif et en montre les détails principaux.

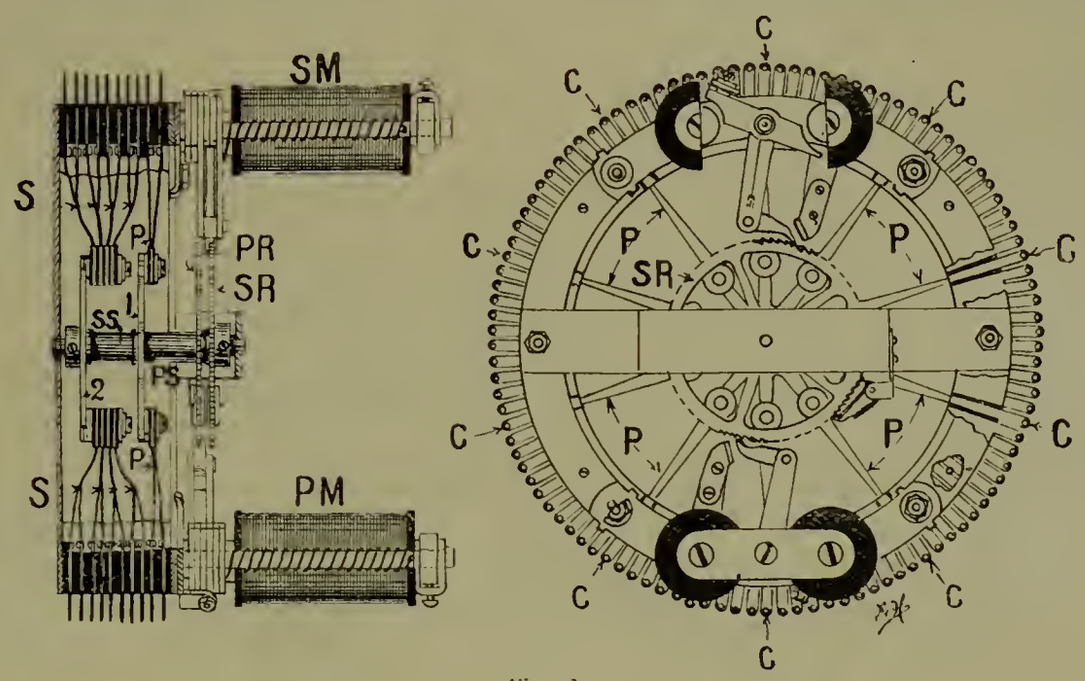


Fig. 130.

Au lieu de fixer aux balais des cordons souples comme cela se fait dans la plupart des instruments des types Strowger et dérivés, les conducteurs sont amenés à des bandes métalliques circulaires, placées au-dessous des rangées de contacts individuels et isolés de ceux-ci; les balais servent à relier ces contacts individuels aux bagues, sans l'intervention d'aucun cordon souple; on évite ainsi les dérangements auxquels peuvent donner lieu les cordons.

Le système se compose de cinq rangées circulaires de contacts, divisées chacune en dix groupes égaux; il y a deux groupes de balais, le groupe primaire P et le groupe secondaire S; le premier consiste en dix balais simples, séparés, montés, à intervalles de 36° l'un de l'autre, sur une plaque fixée rigidement sur l'axe P S; le groupe secondaire comprend dix groupes de quatre balais, montés de la même façon que les premiers sur une plaque fixée celle-ci sur l'arbre S S.

Les deux arbres P S et S S portent des roues à rochet P R et S R, actionnées respectivement par l'électro-aimant P M et l'électro-aimant S M.

Dans la position normale, les balais primaires P reposent sur les contacts C et les balais secondaires S sur les contacts qui se trouvent en regard des premiers; chaque avancement d'une dent porte les balais sur un nouveau groupe de contacts et, au onzième avancement, le commutateur se retrouve dans la position normale.

La figure 131 donne le schéma des connexions du commutateur employé comme premier sélecteur ou sélecteur individuel de ligne, avec un poste d'abonné possédant le combinateur d'appel.

Lorsque le commutateur se trouve dans la position de repos, les dix balais primaires se trouvent dans la position marquée P, tandis que les balais secondaires sont placés dans la position marquée S.

Les barres communes M, N, O, M^1, M^2, M^3, M^4, N^1, etc., sont toutes reliées chacune avec dix contacts (la figure n'en fait voir que trois dans un but de simplification).

Le système fonctionne de la façon suivante :

Lorsque l'abonné appelant décroche le récepteur, celui-ci, en se relevant, établit le courant des relais P R et S R sur l'appareil du poste.

L'abonné actionne alors le dispositif d'appel, il relie ainsi les ressorts A et B à la ligne terre et rompt le contact C un certain nombre de fois; le courant établi sur la ligne L^2 vers la terre, met le relais S R dans la position de travail.

Chaque fois que le circuit est coupé de cette façon, le relais P R cesse d'être excité et permet l'établissement du contact E, d'où résulte l'envoi d'un courant dans l'enroulement de l'électro-aimant primaire P M; ce dernier fait avancer d'un cran, à chacun de ses déplacements, les balais primaires.

Les contacts secondaires K^1 et K^2, K^3 et K^4, K^5 et K^6, K^7 et K^8, sont reliés l'un à l'autre par des balais chaque fois que le commutateur se trouve dans la position normale.

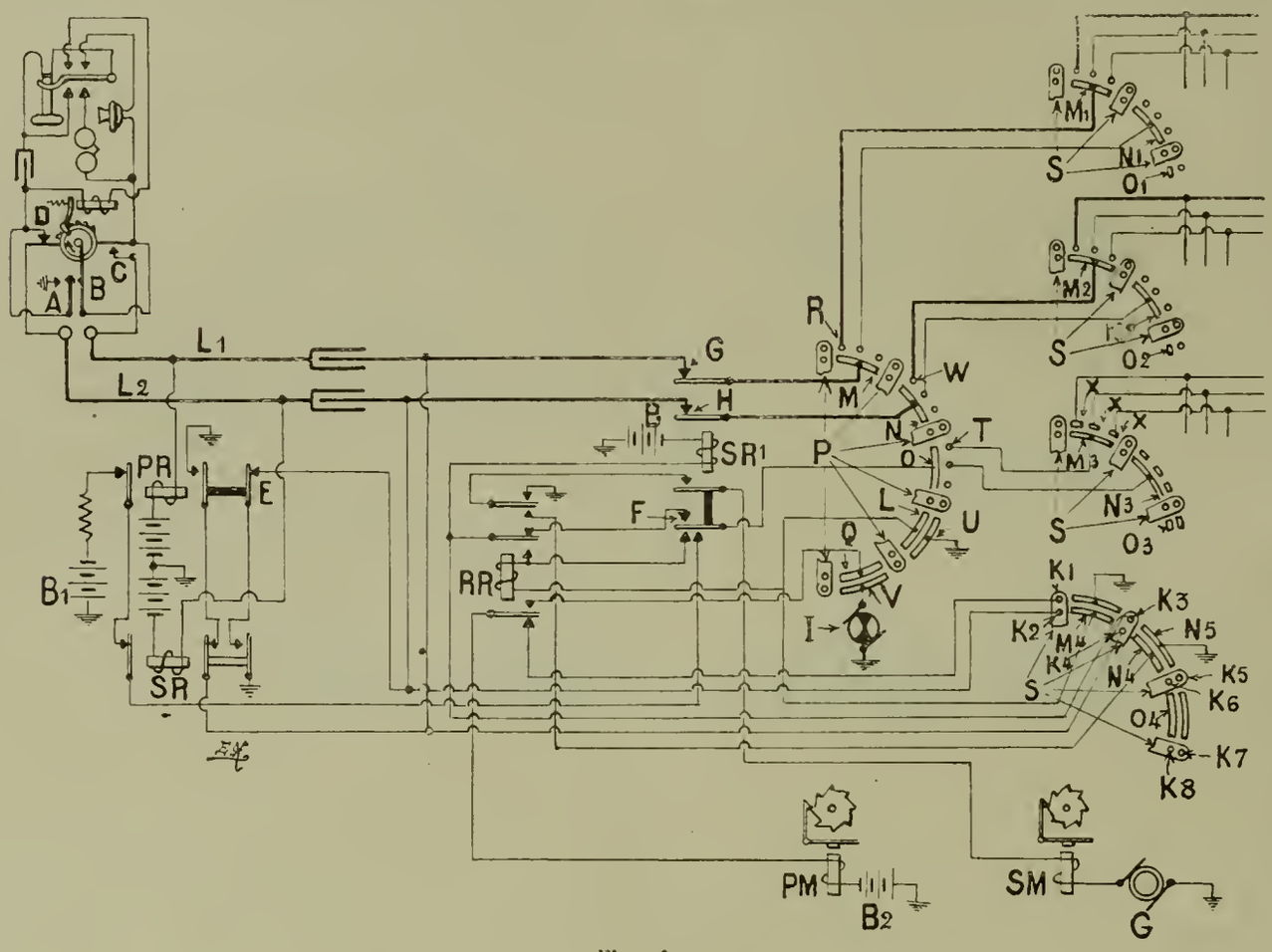


Fig. 131.

Immédiatement après cette première phase et avant que le disque du combinateur d'appel retourne à sa position normale, les deux fils de ligne restant mis à la terre, le contact D est rompu, de sorte que le relais P R est maintenu excité, tandis que le relais S R n'est plus excité.

Ainsi, prenons que l'abonné appelant désire être mis en communication avec un abonné dont le numéro commence par 1.

L'électro-aimant primaire sera excité une fois et fera avancer le système primaire d'un cran, établissant de la sorte les connexions entre M, N, O, L et Q et entre R, W, T, U et V respective-

ment; immédiatement après, S R cessant d'être excité, le relais S R' reçoit du courant.

Le déplacement de l'armature de ce dernier relais S R' a pour résultat de mettre en communication le pôle négatif de la batterie B avec l'enroulement du relais S R, le contact de repos du relais R R, le contact F normalement ouvert du relais S R', la plaque de contact O, le balais du contact T et la plaque commune M' des contacts secondaires.

L'excitation du relais S R' détermine également la fermeture d'un circuit allant du générateur à courant alternatif G sur l'électro-aimant secondaire S M, ce qui provoque l'avancement du groupe secondaire de balais S.

Si le contact individuel est occupé, c'est-à-dire si le contact correspondant de l'un des autres commutateurs est mis à la terre, le relais S R' reste excité et les balais du commutateur continuent à avancer, cran par cran, jusqu'à ce qu'ils arrivent sur un contact libre; à ce moment le relais S R n'étant plus excité, le commutateur s'arrête.

En outre, le circuit de conversation du poste de l'abonné est fermé sur les contacts G et H et les balais et les contacts primaires sont reliés sur les balais secondaires et sur un second sélecteur.

Lorsque l'opérateur remet le téléphone au crochet, les relais P R et S R cessent d'être excités; ils retombent; le relais P R est dès lors excité par le courant allant du sol sur le contact U au pôle négatif de la pile B' et enclenchant le relais R R à travers S R' sur la seconde pile B, la pile B' étant ainsi mise hors circuit.

L'excitation du relais S R ferme le circuit sur l'électro-aimant secondaire S M, vers la terre en N'; l'excitation de R R fait passer le courant de B² à travers l'enroulement de l'électro aimant primaire P M, un balai primaire et le contact V, vers le sol, par l'intermédiaire de l'interrupteur I.

L'excitation des deux électro-aimants en question se maintient jusqu'à ce que les balais soient amenés en P et S sur les contacts normaux de ces groupes; à ce moment, les circuits de tous les relais sont interrompus et les instruments sont remis dans la position de repos.

Comme on le voit, il n'est donc fait usage que de cinq des dix groupes primaires de contacts et il y a donc une grande quantité de contacts de réserve; mais la construction et le montage sont très compliqués.

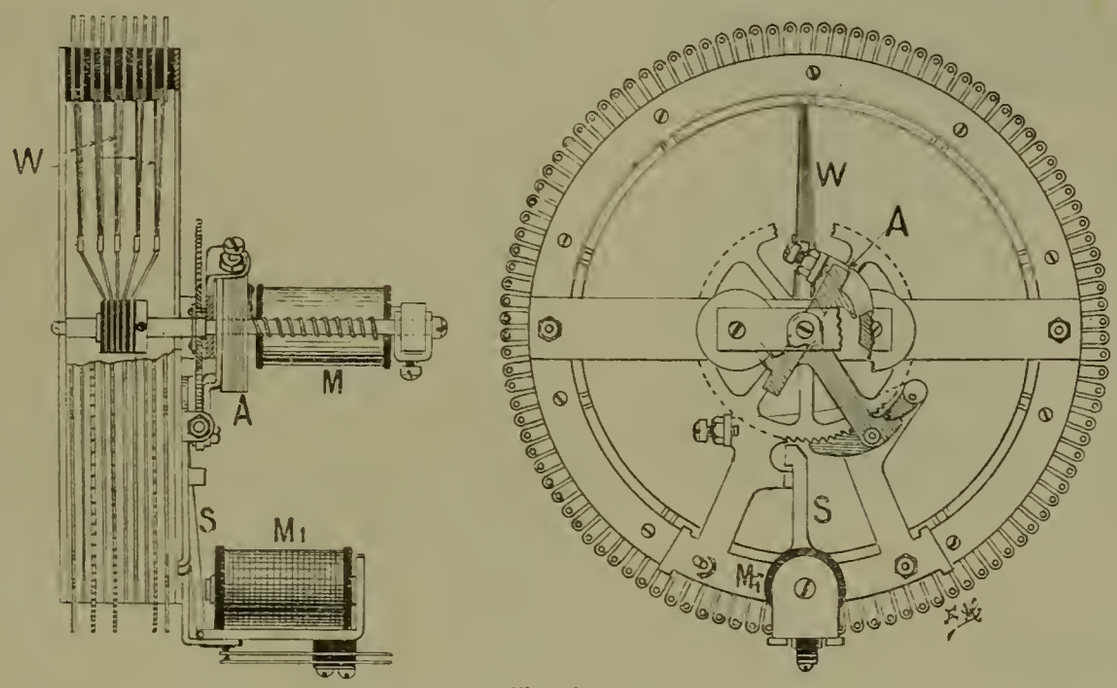


Fig. 132.

2). **Commutateur circulaire à avancements longs et courts avec un seul électro-aimant.** — C'est pour parer à ce grave défaut que l'on a étudié le type de commutateur à avancement longs et courts (fig. 132).

Celui-ci est semblable au premier dispositif en ce qu'il comporte également dix groupes de dix contacts circulaires; mais il n'y a qu'un seul groupe de balais qui, déplacé par l'électro-aimant M_1, l'électro-aimant M n'étant pas excité, passe sur un groupe de dix contacts à chaque déplacement; si, au contraire, l'électro-aimant M est excité lorsque s'effectue le mouvement, le déplacement de l'armature est limité par l'arrêt S et les balais n'avancent que d'un cran, c'est-à-dire d'un groupe de contacts pour chaque émission reçue par l'électro aimant M.

Dans ces conditions, chacun des 10 groupes de contacts circulaires correspondent à une rangée de

contacts dans un appareil vertical; en d'autres termes, au lieu de se déplacer d'un certain nombre de crans dans un sens, puis d'un autre nombre de crans dans la direction perpendicu-

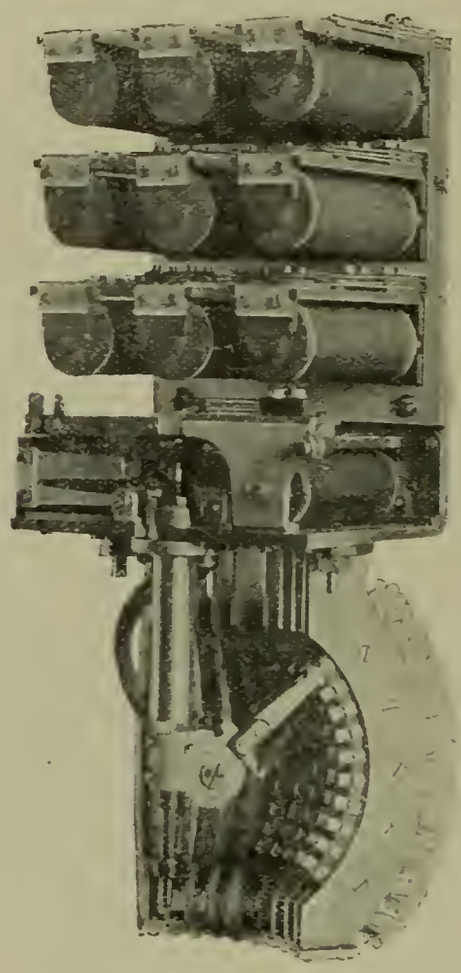


Fig. 133.

laire à la première, les balais avancent d'abord avec un parcours long, puis avec un parcours plus court, jusqu'à ce qu'ils arrivent sur les contacts d'une ligne de service non occupée, lorsque l'appareil est utilisé comme sélecteur, ou sur les contacts de la ligne désirée, lorsqu'il fonctionne comme conjoncteur.

3). **Commutateur circulaire à avancements longs et courts avec deux électro-aimants** — Ce dispositif est identique au précédent, mais il y a deux électro-aimants donnant respectivement les déplacements longs et les déplacements courts.

4). **Commutateur rotatif double à déclenchement vers l'arrière.** — L'appareil employé comme sélecteur est représenté figure 133.

Les contacts sont montés en dix séries comprenant chacune 10 groupes de deux contacts de ligne et d'un contact privé et disposés en arc de cercle, de telle façon que, montés, ces contacts se dirigent vers un centre commun; il y a deux arbres porte-balais, l'un, auquel est directement relié le bâti du balai, se déplace horizontalement pour choisir un groupe; l'autre est relié au bâti de telle manière que son mouvement vers le bas donne aux balais un second mouvement de rotation; les deux mouvements sont assurés par deux électro-aimants primaire et secondaire; un électro-aimant de déclenchement ramène le système dans la position initiale. Les arbres et balais sont agencés de telle sorte que les balais effectuent un déplacement trois ou quatre fois plus grand que les arbres chaque fois que l'un des électro-aimants est excité; les mouvements des armatures sont donc très réduits. Cette disposition est très avantageuse en ce que le fonctionnement en est bon, même avec une tension d'une trentaine de volts; d'autre part, comme les relais peuvent supporter des tensions beaucoup plus fortes, il n'est pas nécessaire d'employer deux batteries, — l'une en service, l'autre en charge, — ou de recourir à l'emploi d'éléments supplémentaires pour maintenir la tension constante.

L'appareil est construit de telle façon que le commutateur proprement dit puisse être détaché en une seule pièce de la carcasse des contacts, sans qu'il y ait à désouder des fils; l'ensemble des contacts est fixé à la charpente supportant tous les commutateurs.

5) **Commutateur rotatif double, à déclenchement vers l'avant.** — L'appareil employé comme conjoncteur est à peu près semblable au précédent; les contacts sont disposés de la même façon, mais les pièces sont plus espacées, afin de faciliter l'exécution des liaisons; des électro-aimants primaire et secondaire donnent le mouvement aux balais; mais, pour le retour, c'est l'électro-aimant déterminant le mouvement vertical qui est de nouveau mis en jeu, les balais étant ainsi déplacés vers l'avant, jusqu'à l'extrémité de leur course verticale; lorsque cette posi-

Fig. 134.

tion est atteinte, une saillie montée sur le balai provoque le déclenchement d'un cliquet qui a retenu jusqu'à ce moment le système dans la position où il a été amené par l'électro-aimant primaire; les balais sont ainsi rendus libres de se

déplacer horizontalement, sous l'action d'un ressort.

Cette disposition est particulièrement avantageuse en ce qu'elle maintient les contacts en bon état et assure une usure uniforme de toutes les pièces; un dispositif de ce genre a été soumis sans dommage à titre d'essai à 1 378 000 fonctionnements, ce qui correspond au travail qu'il aurait fourni en 37 ans dans un bureau à 10 000 lignes.

II.

DISPOSITIFS D'APPEL.

(*Combinateur d'abonné*).

Beaucoup de systèmes de combinateurs ont été imaginés dans ces derniers temps; mais il en est relativement peu qui satisfassent aux conditions fondamentales de simplicité et de robustesse.

La Compagnie Kellogg en a étudié quelques modèles; l'un de ses modèles préférés (fig. 134) est un dispositif à cinq cylindres correspondant respectivement aux unités, dizaines, centaines, etc., et que l'abonné actionne au moyen de boutons; ces cylindres ayant été placés dans la position convenable pour fournir le numéro demandé, l'abonné n'a plus qu'à actionner un bouton principal; ce système évite les causes d'erreur et de désaccord qui existent avec les autres systèmes. Un autre combinateur est un appareil du même genre que celui employé dans le système Strowger, mais la compagnie hésite à l'adopter avant que l'éducation du public n'ait été faite suffisamment.

III

SCHÉMA DES CIRCUITS

La première méthode, de Strowger, consistait à relier les lignes aux premiers sélecteurs; c'est cette méthode qui est communément appliquée dans la plupart des installations existantes; le système Keith est plus économique, mais il n'a peut-être pas autant de sécurité.

Dans une autre disposition, dite *back selecting system*, deux relais de ligne et de fin de communication sont prévus pour chaque ligne; lorsqu'un appel est envoyé, le relais de ligne est excité; il met en mouvement les balais d'un commutateur-sélecteur de ligne, qui relie la ligne à un premier sélecteur.

On a aussi proposé, mais sans l'appliquer jusqu'ici en pratique, d'employer un petit commutateur de ligne à 10 ou 15 directions, actionné par un électro-aimant; il faut alors deux ou trois relais par ligne pour assurer les changements de liaison; cette méthode, peut-être un peu plus coûteuse que les précédentes, localiserait mieux les dérangements; la mise hors de service d'un commutateur n'affecte que la ligne intéressée.

HENRY.

(*A suivre.*)

L'Isolation en électrotechnique.

(*Suite*) (1).

Avec une machine électrostatique nous pouvons communiquer des charges électriques à des corps de formes et dimensions quelconques, sphères, disques, cylindres à bouts aplatis ou terminés par des calottes hémisphériques. Chacun de ces corps isolés produit un champ électrique. On sait que les charges électriques se portent toujours à la surface des corps conducteurs. C'est un fait d'expérience bien connu. Si le corps conducteur est une sphère, isolée bien entendu, par symétrie, on s'attend à ce que les charges électriques se répartissent également à la surface; l'expérience confirme cette prévision. Mais avec les corps de forme différente, nécessairement moins symétriques, il ne saurait en être de même. On sait d'ailleurs que l'électricité tend à s'écouler par les pointes que peuvent présenter les corps. Ce simple fait montre que les charges électriques ne se répartissent pas également en général à la surface des corps conducteurs. On arrive ainsi à la notion de densité électrique, densité superficielle qui est la quantité d'électricité qui existe sur l'unité de surface d'un corps. L'inégale répartition des charges électriques fait que la densité électrique n'est pas la même aux divers points du corps.

On étudie cette distribution superficielle des charges électriques à l'aide du plan d'épreuve et de l'électroscope à feuilles d'or, appareils classiques dont la théorie sortirait du cadre de cette étude.

La dissymétrie de la répartition des charges

(1) Voir l'*Electricien*, n° 1109, 30 mars 1912, p. 197.

électriques à la surface des corps conducteurs laisse prévoir des dissymétries de même genre dans l'état de champs électriques produits par ces charges, ce que l'expérience vérifie. Si dans un de ces champs on vient à introduire un petit corps électrisé, une force naîtra aussitôt et agira sur le corps. En général, cette force sera différente en grandeur et en direction aux divers points du champ. L'origine de cette force résidant dans l'existence du champ électrique et la force et le champ subissant toujours des variations concomittantes, il est naturel d'admettre qu'en chaque point le champ a la direction de la force qu'il exerce sur le corps électrisé.

En définitive, le champ électrique apparaît comme une grandeur physique qui, en chaque point, a une valeur déterminée et une direction déterminée. Une telle grandeur, définie par son intensité et sa direction, est ce qu'on appelle un vecteur et toutes les propriétés mécaniques des vecteurs lui sont applicables.

Quant à la force F exercée sur un corps électrisé introduit dans le champ, elle est à la fois proportionnelle à l'intensité $\mathcal{H}$ du champ et à la quantité d'électricité q qui charge le corps. C'est ce qu'exprime la formule

$$F = \mathcal{H} q.$$

Sous l'action de cette force, le corps électrisé, supposé libre de se mouvoir, va se déplacer. Essayons de nous rendre compte de ce que va être son déplacement et, pour cela, éliminons d'abord quelques actions parasites inévitables. Notre corps électrisé, pour être le support d'une charge électrique, n'en est pas moins un corps matériel possédant une certaine surface extérieure : il est soumis à la pesanteur et subit la résistance de l'air. Si nous faisions l'expérience sans précaution, nous verrions se produire un certain mouvement qui serait la conséquence de l'action simultanée, sur la matière du corps, à la fois du champ électrique, de la pesanteur et de la résistance de l'air. Cela ne nous apprendrait pas grand chose.

Mais parmi ces trois actions, celle de l'air est très faible et, si nous donnons au corps électrisé la forme d'une petite sphère, la résistance de l'air, agissant toujours à l'opposé de la vitesse effective, interviendra seulement pour ralentir le mouvement, mais ne saurait modifier la forme de la trajectoire.

Sans avoir à nous transporter dans ces régions sidérales, où l'attraction terrestre se trouve exactement compensée par d'autres attractions et où la pesanteur n'existe plus, nous pouvons assez facilement en éliminer l'effet. Plaçons notre petite sphère électrisée sur un plateau horizontal parfaitement lisse; si elle est elle-même bien lisse, elle y roulera sans éprouver de résistance sensible; d'ailleurs, en raison de la forme sphérique, cette légère résistance que produit le frottement ne fera que ralentir le mouvement sans modifier la forme de la trajectoire.

Voici dès lors comment nous pourrons disposer l'expérience. Deux sphères de cuivre O et O', de même diamètre (fig. 135), sont placées

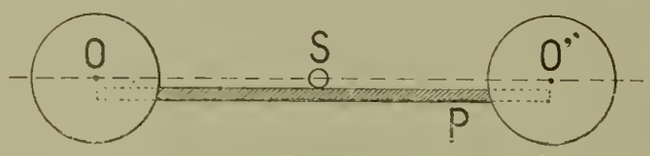


Fig. 135.

à une certaine distance, 0,50 m par exemple. Entre les deux est disposé un plateau de verre ou d'ébonite P, parallèlement à la ligne des centres O O' et un peu au-dessous d'une quantité juste égale au rayon de la petite sphère électrisée S que nous allons y placer. Tout sera symétrique, de la sorte, autour de la ligne des centres O O'. Ce que nous observerons dans la position horizontale du plateau P, nous l'observerons de même, sans aucun changement, dans toutes les orientations qu'il peut prendre autour de la ligne des centres O O'. D'ailleurs, au lieu de faire tourner le plateau P, il revient au même de faire tourner en même temps, d'une quantité égale, les deux sphères O et O', et on voit bien que cela ne changerait rien.

Bordons enfin notre plateau P d'une bande d'ébonite, de façon que la sphère S n'en puisse pas sortir, et donnons-lui une forme telle que celle figurée, qui vienne emboîter exactement les deux sphères O et O'.

Les choses étant ainsi disposées, chargeons la sphère O d'une quantité Q d'électricité positive, et la sphère O' d'une quantité égale Q d'électricité négative. Il naît un champ électrique entre les deux sphères.

Plaçons la petite sphère de cuivre S sur le plateau P, au point marqué a, et donnons-lui une charge q d'électricité positive. Repoussée par la sphère O, attirée par le sphère O', nous la verrons immédiatement aller de O vers O'; mais nous observerons qu'elle suit sur le plateau P une certaine trajectoire courbe $a\,a'$ (fig. 136), allant de l'une à l'autre des deux sphères.

Nous pouvons recommencer l'expérience en plaçant initialement la petite sphère S en des points différents b, c, d, du plateau P et voisins de la sphère O. Nous constaterons qu'elle suit tou-

jours une trajectoire analogue à *a a'*; pour le point *c*, choisi à dessein sur la ligne des centres O O', la trajectoire se confond avec cette

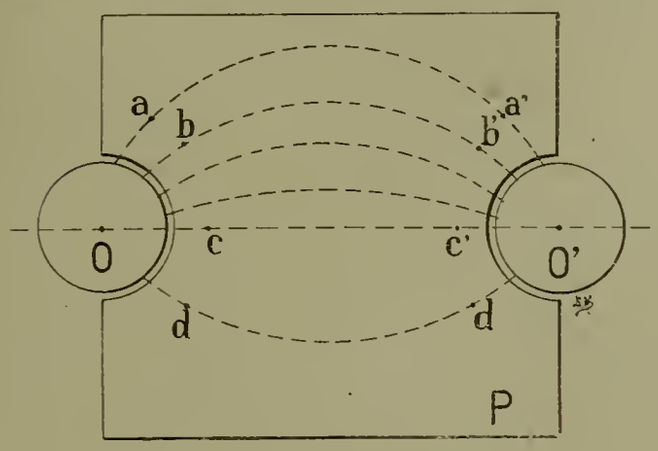


Fig. 136.

même ligne des centres. Plus les points choisis *a*, *b*, *d*, s'écartent de O O et plus les trajectoires s'incurvent. On remarque encore que les trajectoires situées de part et d'autres de O O' sont symétriques et que toutes aboutissent perpendiculairement à la surface extérieure des sphères O et O'.

On retrouverait ces mêmes résultats si, partant de points voisins de la sphère O', on donnait une charge négative à la petite sphère S : les systèmes de trajectoires seraient identiques.

On constate aussi que ces trajectoires, toutes distinctes, ne se coupent jamais et, comme on peut placer la petite sphère S, initialement, en un point quelconque du plateau, il s'ensuit que, par chaque point, on peut faire passer une de ces courbes et une seule. De ce que la petite sphère S suit toujours une de ces trajectoires et ne s'en écarte jamais latéralement, on peut conclure qu'il n'existe aucune composante de force perpendiculairement à ces trajectoires et que la force électrique et, par suite, le champ électrique, a en chaque point la direction de la courbe qui passe en ce point; plus rigoureusement, la direction de la tangente à la courbe trajectoire en ce point.

D'où le nom de lignes de force donné à ces courbes.

C'est, du reste, par cette propriété d'être en chacun de leurs points tangentes à la direction du champ qu'on les définit habituellement. Il n'est cependant pas mauvais d'objectiver cette définition et d'emprunter à l'expérience cette notion importante qui risquerait de passer pour une pure conception de l'esprit sans fondement réel, pour une construction hypothétique. Assurément la ligne de force n'a pas d'existence réelle, mais sa définition traduit les faits que nous venons d'exposer longuement, les résume et les condense en une formule qui n'est qu'une manière abrégée de s'exprimer, imaginée pour simplifier les raisonnements.

Une expérience analogue à celle des fantômes magnétiques fait apparaître encore la nécessité de cette notion de lignes de force.

Dans une cuve de verre plaçons de l'essence de térébenthine bien desséchée contenant en suspension du sulfate de quinine. Plaçons cette cuve ainsi préparée dans un champ électrique; nous voyons immédiatement les particules de sulfate de quinine se grouper en houppes reproduisant une image grossière des lignes de force.

De ce qui précède nous pouvons encore conclure que le champ électrique a en chaque point une direction bien déterminée; son intensité est aussi parfaitement déterminée en chaque point. Si plusieurs corps électrisés concourent à la production d'un champ électrique, il y a en chaque point un champ résultant unique, d'après ce que nous avons vu, lequel champ résultant s'obtient en composant les champs individuels par la règle bien connue du parallélogramme.

Il est possible de se rendre compte *a priori* de la forme des lignes de force. Nous allons le montrer rapidement par un exemple. Nous ferons cependant observer que dans ces préliminaires, nous ne prétendons pas faire un exposé méthodique des théories de l'électricité, mais simplement développer et préciser des notions utiles au sujet que nous avons en vue. C'est pourquoi, loin de chercher à tout prouver, nous faisons le plus

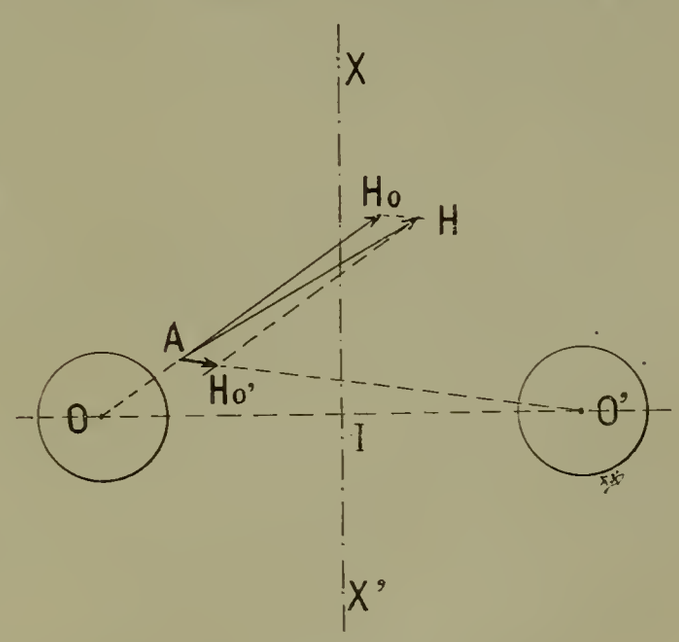


Fig. 137.

large appel à l'intuition et prions au besoin le lecteur de se reporter aux traités d'électricité pour la démonstration rigoureuse des propositions que nous lui demandons d'accorder.

Reprenons (fig. 137) nos deux sphères électrisées O et O' de tout à l'heure; O chargée d'une quantité Q d'électricité positive; O' d'une même quantité Q d'électricité négative.

Plaçons-nous en un point A, à proximité de la sphère O, et cherchons à déterminer le champ en ce point. Supposons d'abord que la sphère O existe seule. Il est évident que par raison de symétrie le champ aura la direction OA. Nous pouvons le représenter par AH_0 ayant le sens de A vers H_0 et une longueur représentant à une certaine échelle la valeur numérique de l'intensité du champ en A.

Nous avons vu que l'intensité d'un champ produit par une quantité Q d'électricité en un point situé à une distance R du corps électrisé est

$$H = \frac{1}{K}\frac{Q}{R^2}.$$

Le milieu ambiant étant de l'air, nous avons à faire $K = 1$, ce qui nous donne

$$H_0 = \frac{Q}{R^2}.$$

On montre que l'action d'une sphère électrisée sur tout point extérieur est la même que si toute la charge était concentrée au centre. Donc, nous aurons H au point A en faisant le quotient de la quantité totale d'électricité qui charge la sphère par le carré de la distance AO, quotient qui est d'autant plus grand que le point A est plus voisin de la sphère O.

A son tour, la sphère O' produit au point A un champ dirigé suivant O'A, ayant le sens de A vers O', puisqu'ici la charge de la sphère O' est négative et a une intensité

$$H_{0'} = \frac{Q}{O'A^2}.$$

Mais A étant supposé voisin de la sphère O, le carré de la distance O'A est très grand par rapport au carré de la distance OA et le champ $H_{0'}$ est petit par rapport au champ H_0.

Alors le champ résultant H, diagonale du parallélogramme construit sur H_0 et $H_{0'}$, s'écartera peu de H_0. Il s'en écartera d'autant moins que le point A sera plus voisin de la sphère O; on comprend ainsi qu'à la limite, quand A est sur la sphère O, le champ résultant soit normal.

Si maintenant on considère des points tels que A s'éloignant de plus en plus de la sphère O et s'approchant de plus en plus de la sphère O', on voit que le champ dû à O va sans cesse en décroissant et celui dû à B, sans cesse en croissant. Alors le champ résultant H s'infléchit de plus en plus, devient parallèle à la ligne des centres OO' quand le point A est situé sur la perpendiculaire XX' à OO' en son milieu, puis continue à s'infléchir en dessous de cette ligne quand A passe dans la région à droite de XX' jusqu'à devenir normal à la sphère O'.

Le raisonnement conduit donc bien à la forme que nous avons trouvée expérimentalement pour les lignes de force, puisque ces lignes sont, en chacun de leurs points, tangentes à la direction du champ.

Par ce qui a été dit, le lecteur se rendra facilement compte de la possibilité d'établir des relations géométriques qui définissent ces lignes.

Nous avons raisonné sur un cas particulier, choisi en raison de sa symétrie qui facilite l'exposé; mais on concoit que raisonnements et expériences se répéteraient dans tout autre cas, quoiqu'avec moins de simplicité.

Dans quelques autres cas particuliers, la disposition des lignes de force est immédiatement connue. Par exemple, le champ entre deux plateaux électrisés, l'un positivement, l'autre négativement, disposés parallèlement et à faible distance l'un de l'autre par rapport à leurs dimensions, si on se place assez loin des bords, les lignes de force sont perpendiculaires aux deux plateaux et, par conséquent, toutes parallèles.

Une autre notion importante, celle de tube de force, est facile à concevoir quand celle de ligne de force est bien acquise. Considérons toujours un champ électrique créé par deux sphères O et O' chargées l'une d'une quantité Q d'électricité positive, l'autre d'une quantité Q d'électricité négative.

Prenons quelque part, entre les deux sphères, un petit contour fermé S_1 (fig. 138). Nous avons vu

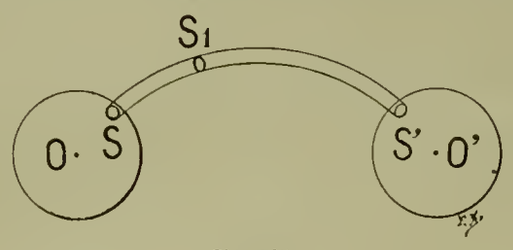


Fig. 138.

que, par chaque point du champ, nous pouvions faire passer une ligne de force et une seule. Envisageons alors l'ensemble des lignes de force qu'on peut faire passer par les divers points du contours S_1. Ces lignes vont former une sorte de tube, qui sera renflé vers son milieu dans le cas envisagé, et qui découpera sur les deux sphères O et O' deux petits contours S et S', également fermés. On donne à ce tube le nom de tube de force. Si, par les divers points de la petite sur-

face délimitée par le contour S_1, on traçait les lignes de force, il résulte de tout ce que nous avons dit que ces lignes, ne se coupant pas, seraient toutes intérieures au tube de force. Si donc on plaçait à l'intérieur du tube de force une petite sphère électrisée positivement, elle se déplacerait de la sphère O vers la sphère O', en suivant une ligne de force intérieure au tube, c'est-à-dire sans jamais sortir de ce dernier. Si on l'avait supposé placée à la surface extérieure du tube, on l'aurait vu y glisser sans la quitter.

On a ainsi l'intuition de quelque chose qui se conserve intégralement à l'intérieur d'un tube de force. Ce quelque chose, c'est le flux de force.

On appelle flux de force à l'intérieur d'un tube de force, choisi assez étroit, le produit de l'aire S de la section droite du tube par l'intensité $\mathcal{H}$ du champ dans la région considérée. On dit aussi flux de force à travers la surface S.

On appelle d'autre part flux d'induction le produit du flux de force par le pouvoir inducteur spécifique du diélectrique dans la région considérée.

On voit, par ces définitions, qu'il n'existe de flux d'induction (ou de flux de force) que dans les régions où existe un champ électrique; autrement dit, il n'y a de flux d'induction que là où existent des charges électriques.

Prenons une sphère O chargée d'une quantité Q d'électricité positive et cherchons la valeur du flux d'induction autour de cette sphère. Traçons autour d'elle une surface sphérique de rayon R et qui a pour surface $4\pi R^2$.

Le champ produit par la sphère O est le même, pour tout point extérieur, que si toute la charge était concentrée au centre: ce champ a pour valeur :

$$\mathcal{H} = \frac{1}{K}\frac{Q}{R^2}$$

R étant nécessairement le même pour tous les points de la surface sphérique de rayon R, $\mathcal{H}$ est le même en tous points. D'après la définition, le flux d'induction total à travers la surface sphérique de rayon R sera le produit du pouvoir inducteur spécifique K par le champ $\mathcal{H} = \frac{1}{K}\frac{Q}{R^2}$ et par la surface $4\pi R^2$ soit

$$K \times \frac{1}{K}\frac{Q}{R^2} \times 4\pi R^2$$

ce qui réduit à

$$4\pi Q$$

c'est-à-dire 4π fois la quantité d'électricité qui charge la sphère O.

Cette propriété, qui est générale, est due à Gauss et s'énonce ainsi :

Le flux d'induction total qui traverse une surface fermée quelconque est égal à 4π fois la somme des charges électriques intérieures à la surface.

S'il y a des charges électriques extérieures à la surface, elles n'interviennent pas : en effet, les tubes de force issus des corps électrisés contenant ces charges, rencontrent deux fois la surface (ou un nombre pair de fois); une fois le flux rentre dans la surface et, l'autre fois, il en sort et ces deux termes se détruisent.

Considérons une portion de tube de force (fig. 139) dans une région où il n'existe aucune

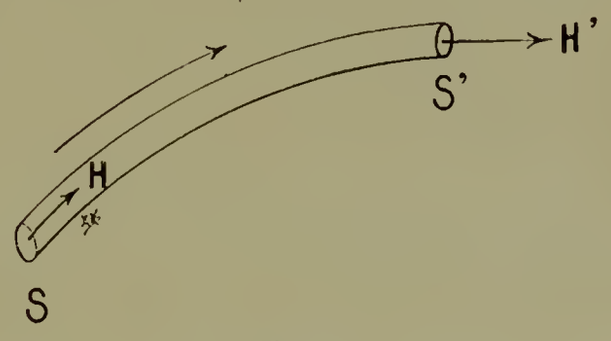


Fig. 139.

charge électrique (par exemple, entre les deux sphères O et O' des précédents exemples.) Le tube est limité aux deux bouts par deux petites surfaces S et S', la direction des lignes de force est indiquée par une flèche. Puisqu'il n'y a pas de charges électriques à l'intérieur du tube, d'après la proposition de Gauss, le flux total qui sort du tube doit être nul. Or, il ne sort ni ne rentre de flux par les faces latérales, puisqu'il n'y a jamais de composante de champ normalement à ces faces latérales. Pour que le flux total soit nul, il faut donc de toute nécessité que le flux entrant en S soit égal au flux sortant en S', c'est-à-dire

$$K\,\mathcal{H}\,S = K\,\mathcal{H}'\,S'$$

ou en supprimant le facteur commun K

$$\mathcal{H}\,S = \mathcal{H}'\,S'$$

ce qui s'écrit

$$\frac{S}{S'} = \frac{\mathcal{H}'}{\mathcal{H}}$$

c'est-à-dire que les sections droites des tubes de force doivent être inversement proportionnelles aux champs correspondants. La section droite d'un tube de force augmentera dans les régions où le champ est faible, diminuera dans celles où il est intense, de manière que tout le long du

tube, le flux d'induction K $\mathcal{H}$ S se conserve (en supposant, bien entendu, qu'il n'y ait pas de charges électriques à l'intérieur du tube).

On s'explique ainsi mieux encore la distribution des lignes de force qui seront très resserrées, très denses dans les régions de champ intense et très écartées là où le champ est faible.

Avec quelques mots sur le potentiel électrique et les phénomènes de capacité, nous en aurons fini avec ces rappels de notions préliminaires.

(A suivre).

Manuel du praticien.

Les causes de dérangement des machines électriques. Leur recherche et leur réparation.

I

DYNAMOS GÉNÉRATRICES A COURANT CONTINU

(Suite) (1).

B. | Mauvais calage des balais.

Le calage correct des balais est généralement repéré par le constructeur, au moyen de flèches ou de traits rouges, placés en regard, d'une part sur le croisillon porte-balais et, d'autre part, sur une partie fixe de la dynamo, la culasse pour les grandes machines, le palier pour les petites. Il suffit donc de ramener le croisillon porte-balais dans sa position normale pour faire cesser la production d'étincelles.

Dans certaines machines il y a deux repères, l'un correspondant à la marche à vide et l'autre à la pleine charge.

Il y a lieu de faire remarquer que, lorsque la charge augmente, il faut déplacer les balais dans le sens de la marche.

La plupart des dynamos de construction récente ne portent qu'un seul repère. Cela indique que le calage doit être le même, que la dynamo tourne à vide ou soit en charge.

Pour obtenir un bon calage, il suffit de déplacer doucement les balais en avant ou en arrière jusqu'au moment où l'on a trouvé une position pour laquelle les étincelles sont réduites au minimum.

Lorsque cette manœuvre ne suffit pas pour empêcher la production anormale des étincelles, il faut vérifier si les points de contact des balais opposés sont bien sur un même diamètre dans les dynamos bipolaires, ou à 90 degrés dans le cas de dynamos tétrapolaires; lorsque les balais ne sont pas en opposition exacte (à moins d'indications de pose spéciale données par le constructeur), il faut les y amener. Pour trouver facilement les points où ils doivent toucher le collecteur, on compte les lames de ce dernier ou bien on prend, de chaque côté, la mesure de l'espace qui sépare les balais entre eux. Si, par exemple, un collecteur comporte 40 lames et que l'on compte pour une celle sur laquelle appuie le balai supérieur, le balai inférieur, pour être bien placé, devra appuyer sur la 21e lame.

La bonne position des balais est une des conditions importantes d'une bonne marche; ils doivent presser suffisamment sur le collecteur en faisant légèrement ressort; s'ils appuient trop fortement, collecteur et balais s'useront inutilement; s'ils n'appuient pas assez, les balais sauteront en produisant des étincelles.

On doit prendre garde que quelques fils ou une lame du balai ne soient pas rebroussés et veiller à ce que les balais portent bien à plat sur le collecteur, qu'ils sortent d'une longueur égale de leur support, qu'ils soient parfaitement propres ainsi que les porte-balais, que ces derniers soient bien assujettis, qu'ils puissent fonctionner librement.

Les points de contact des balais avec le collecteur doivent toujours être ceux qui donnent lieu à la moindre production d'étincelles. Toutefois, il y a lieu de remarquer que, dans certaines machines, ces points varient avec l'intensité du courant fourni.

C. | Mauvais état du collecteur.

Le mauvais état du collecteur peut être aussi la cause d'une production anormale d'étincelles.

Un examen attentif du collecteur permet de reconnaître la cause du dérangement.

Il convient de s'assurer d'abord que le collecteur tourne bien rond et ne présente pas d'aspérités à sa surface. Lorsque le collecteur présente des aspérités, il arrive qu'au moment où les balais passent sur les parties en creux, ils sont ébranlés et le contact devient défectueux.

Les aspérités à la surface du collecteur peuvent provenir d'éraflures produites par les étincelles ou du déplacement de lames qui se trouvent soit en saillie, soit en contre-bas. En appuyant légèrement le doigt sur le collecteur, pendant qu'on le fait tourner lentement, on sent à la main la moindre rugosité. Lorsque les aspérités ainsi constatées sont minimes, on peut les faire disparaître en frottant avec du papier de verre ou mieux avec du papier de carborundum. Il faut éviter l'emploi du papier d'émeri qui est un peu conducteur. Lorsque le défaut ne peut être supprimé par frottement avec du papier, il faut employer la lime en ayant la précaution d'enlever soigneusement la limaille qui pourrait occasionner un court-circuit accidentel.

Lorsque les inégalités de la surface du collecteur, dues

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1109, p. 200, n° 1110, p. 216 et n° 1112, p. 248.

à une usure anormale produite par le frottement des balais, sont par trop accentuées, il faut avoir recours au tour. Le tournage du collecteur doit être confié à un ouvrier déjà au courant de ce travail et il doit être effectué sur un tour de précision, soit au moyen d'appareils spéciaux établis pour cet usage et que l'on trouve aujourd'hui dans le commerce.

Lorsqu'un collecteur doit être réparé avec le tour, il faut conduire ce travail avec beaucoup de prudence, en adoptant une passe très faible et en employant un outil dont l'angle de coupe soit très vif. Au cours de cette opération, il faut protéger les enroulements pour éviter que des copeaux ne viennent se loger dans les raccords. L'opération terminée, il faut nettoyer soigneusement la dynamo et enlever avec soin les copeaux et les bavures qui auraient pu se loger entre les lames.

Parfois le collecteur voile ou est détérioré par suite d'un tassement inégal des isolants sous l'action de la chaleur; ce défaut peut provenir aussi de l'usure irrégulière du collecteur par les balais, surtout lorsque ces derniers ne sont pas disposés régulièrement en quinconce. Cette dernière cause de détérioration est due à un manque de soin. En effet, on sait que la longueur d'un collecteur bien construit doit être supérieure au total des largeurs des balais disposés sur une même tige, afin de pouvoir alterner la position des balais sur les différentes tiges, de manière à utiliser toute la surface du collecteur, afin que ce dernier s'use également. Il faut donc éviter d'aligner les balais des différentes rangées, les unes derrière les autres, pour empêcher que certaines parties du collecteur restent inutilisées, car il en résulte des dénivellations, les balais n'appuient plus exactement sur le collecteur, crachent par suite de leur usure inégale et il devient nécessaire de réparer le collecteur au moyen du tour. Il est donc essentiel de disposer les balais des différentes rangées en quinconce, de manière à ce que l'ensemble frotte sur toute la surface du collecteur.

Lorsque les balais sautent et qu'il y a des brûlures sur le collecteur, le dérangement provient parfois de ce que l'isolant fait saillie entre les lames. Ce défaut se constate facilement au toucher. Pour le réparer, il faut râcler l'isolant au moyen d'un grattoir ou mieux d'un outil spécial, en évitant de détériorer le cuivre du collecteur et aussi de creuser trop profondément entre les lames, car la rainure ainsi produite pourrait se remplir de poussières conductrices qui donneraient lieu à des courts-circuits. Le creux ne doit pas dépasser 3 à 5 dixièmes de millimètre. Ce travail doit être effectué avec le plus grand soin.

La production d'étincelles peut aussi être due à un desserrage du collecteur. Ce défaut provient le plus souvent de la déformation de l'isolant interposé entre les lames, déformation qui est la conséquence des dilatations et contractions successives produites par les échauffements et les refroidissements consécutifs. Le desserrage des écrous peut aussi entraîner le même dérangement. Pour s'en assurer, il faut vérifier soigneusement chaque écrou au moyen d'une clef, afin de voir s'ils sont serrés à bloc. Pour effectuer le serrage, lorsqu'il est nécessaire, il faut agir sur chaque écrou successivement et par fraction égale de tour. Cette opération doit être faite lorsque la dynamo est froide. On peut éviter le desserrage des écrous en munissant chacun d'eux d'une rondelle Grower ou de tout autre dispositif analogue, en prenant la précaution de ne desserrer qu'un seul écrou à la fois.

Parmi les causes qui peuvent occasionner des étincelles au collecteur, sans qu'il y ait un défaut dans l'induit, il faut citer l'emploi de certains enduits destinés au graissage du collecteur, qui sont la cause de graves ennuis, à cause de l'augmentation de la résistance de contact entre les balais et le collecteur. Pour donner un certain poli au collecteur, lorsque la dynamo comporte des balais en charbon, il faut verser simplement une goutte d'huile bien pure sur le collecteur et l'étaler soigneusement sur toute sa surface.

Il arrive parfois que les lames de mica, au lieu de faire saillie, cas déjà examiné, se creusent entre les lames du collecteur. Il en résulte de fortes étincelles, des brûlures des lames, un désoudage de lames, parfois des sections de l'enroulement de l'induit sont brûlés, etc.

La réparation de ce dérangement par les procédés ordinaires, c'est-à-dire en démontant complètement le collecteur, pour remplacer les lames de mica défectueuses, est longue et onéreuse.

En employant le ciment isolant *Early*, il est possible d'effectuer la réparation, sans qu'il soit nécessaire d'enlever le collecteur, de le dresser ou de le faire passer au tour. Il suffit d'appliquer ce ciment entre les lames pour obtenir un isolant plus solide que celui qui était primitivement employé. Ce ciment s'applique très facilement et en quelques minutes; il donne un excellent isolement, résiste à la dilatation et à la contraction et ne se désagrège pas.

Pour réparer les lames de mica détériorées, il faut gratter et enlever les parties brûlées, jusqu'à ce que le mica en bon état apparaisse. On presse ensuite le ciment dans la cavité ainsi formée, en ayant soin de ne pas y laisser de bulles d'air. Après cinq ou six minutes, le ciment est sec, on polit la partie réparée et la dynamo est prête à fonctionner. Pour les réparations urgentes et pour remplir de grands trous, on se sert d'une lampe à souder pour sécher le ciment. Plus le ciment est sec, plus il est isolant. Pour des tensions de 300 volts et au-dessus, il faut chauffer avec la lampe jusqu'à ce que l'on obtienne un isolement suffisant.

D. | Mauvais état des balais et porte-balais.

Le mauvais état des balais et des porte-balais a pour effet de produire un contact défectueux des balais avec le collecteur et, par suite, il donne lieu à de nombreuses étincelles.

L'examen minutieux des balais permet de s'assurer s'ils pressent suffisamment sur le collecteur en faisant légèrement ressort, si quelques fils ou lames ne sont pas rebroussés, si dans toute sa largeur chacun d'eux appuie bien à plat sur le collecteur, s'ils sont bien propres et s'ils sont bien fixés dans le porte-balais. La pression des balais sur le collecteur doit être de 100 à 125 gr par cm², ce que l'on mesure au moyen d'un peson en

plaçant une feuille de papier à cigarette sous le balai en charbon; on lit le poids indiqué par le peson lorsque l'on peut retirer la feuille de papier sans la déchirer.

L'emploi de balais en charbon de mauvaise qualité qui s'effritent et noircissent le collecteur, peuvent donner lieu aussi à la production d'étincelles.

Il convient aussi de bien roder les balais lorsqu'on remplace ceux qui sont défectueux. La dynamo étant arrêtée, on fait glisser une feuille de papier au carborundum sous le balai en charbon jusqu'à ce que ce dernier ait pris une forme épousant parfaitement la surface du collecteur.

La production d'étincelles peut être due aussi à ce que les lignes de balais ne sont pas placées à égale distance l'une de l'autre. Ce défaut provient, le plus souvent, d'une déformation des isolants du croisillon porte-balais, déformation due à l'action de la chaleur ou de l'humidité. On mesure la distance entre les lignes de balais en comptant les lames du collecteur qui les séparent. Ce déréglage nécessite la réparation du porte-balais.

Lors de la vérification des balais, il faut s'assurer qu'ils ne sortent de leur gaine que de 3 à 5 mm. Il faut aussi qu'ils n'aient pas trop de jeu; ce jeu ne doit pas être supérieur à 2 ou 3 dixièmes de millimètre pour les balais en charbon et à 3 ou 4 dixièmes de millimètre pour les balais en morganite qui se dilatent un peu sous l'action de la chaleur lorsqu'ils sont neufs.

Lorsque le jeu est trop grand, on remédie à ce défaut au moyen de feuilles de clinquant que l'on ajuste dans la gaîne.

E.] Interruption dans le circuit de l'induit.

Dans ce cas, de fortes étincelles se produisent sur le collecteur, non seulement lorsque la dynamo tourne à sa vitesse normale, mais aussi lorsque cette vitesse est notablement diminuée. Cela permet de différencier le dérangement dû à cette cause de celui qui provient du mauvais état du collecteur, à moins que les inégalités de la surface de ce dernier ne soient par trop fortes et, dans ce cas, il est facile de s'en apercevoir. De plus, la dynamo ne donne pas de courant, cas déjà prévu.

Généralement, l'interruption se produit au point où les fils de l'induit viennent se relier aux différentes lames du collecteur. Il suffit alors de vérifier toutes les connexions entre les lames et les sections correspondantes de l'induit et de resserrer, de rattacher ou, au besoin, de souder les communications défectueuses. Lorsque la communication ne peut pas être rétablie immédiatement, on relie la lame défectueuse à la lame voisine, et l'on peut alors laisser la dynamo en service.

Lorsque l'interruption se trouve à l'intérieur de l'une des sections, il faut nécessairement défaire la bobine défectueuse et la bobiner de nouveau, une fois la rupture réparée. S'il est indispensable d'éviter l'arrêt de la dynamo, on pourra continuer à marcher après avoir relié la lame correspondante à la bobine défectueuse à la lame voisine.

Pour reconnaître la section interrompue, on procède comme il a été déjà indiqué.

F.] Court-circuit dans l'induit ou dans le collecteur.

Lorsque le court circuit intéresse une grande partie de l'induit ou du collecteur, la dynamo ne donne pas de courant. S'il est local, on le recherche de la manière suivante :

Lorsque ce dérangement provient de poussières de cuivre adhérentes à l'isolant entre deux lames consécutives du collecteur, il suffit de vérifier et de nettoyer soigneusement cette pièce.

Si le court-circuit existe dans l'enroulement même, il faut rechercher la partie défectueuse. Le plus souvent, la section qui a un court-circuit se reconnait facilement à cause de son échauffement anormal qui augmente au point de brûler l'isolant. S'il est nécessaire de faire fonctionner la dynamo afin de localiser le court-circuit, il faut prendre de grandes précautions, en ayant soin d'arrêter sa marche au bout d'une ou deux minutes, pour recommencer quelques instants après, jusqu'à ce que la section défectueuse ait été reconnue à son échauffement anormal.

On peut aussi découvrir la section défectueuse en procédant comme il a été déjà indiqué pour le cas où la dynamo ne produit pas de courant (D. § *c*.).

Lorsque le court-circuit se trouve à l'intérieur d'une section de l'induit, il faut nécessairement la remplacer et si l'on doit continuer à faire fonctionner la dynamo, on supprime la section défectueuse et on relie directement les deux lames du collecteur auxquelles aboutissent les deux extrémités.

Dans les dynamos comportant des connexions équipotentielles, il peut se produire un court-circuit dans ces connexions, pouvant entraîner la fusion ou tout au moins un échauffement anormal de la partie défectueuse. On peut faire fonctionner la dynamo, en cas d'urgence, en supprimant ces connexions.

G.] Isolement défectueux des bobines inductrices.

Lorsque le courant d'excitation est plus intense dans un des inducteurs, un des balais produit plus d'étincelles que l'autre et ces étincelles se produisent comme dans le cas d'un calage défectueux.

En outre, la ligne neutre de la dynamo est déplacée et le calage primitif des balais cesse d'être bon.

On procède à la recherche du dérangement en opérant comme il a été indiqué dans le cas où la dynamo ne donne pas de courant (C. § *c*.).

H.] Faiblesse du champ inducteur.

La cause de ce dérangement peut provenir d'une rupture dans le circuit des inducteurs, d'un court-circuit ou d'un isolement défectueux des bobines inductrices.

Le court-circuit dans une bobine inductrice se recherche en procédant comme il a été indiqué dans le cas où la dynamo ne donne pas de courant (C. § *d*). Généralement, le court-circuit n'intéresse qu'une seule bobine, de sorte que l'affaiblissement du champ inducteur est plus accentué d'un côté que de l'autre, dans le cas d'une dynamo bipolaire.

Un mauvais isolement d'une bobine inductrice peut produire le même dérangement et alors un des balais

produit plus d'étincelles que l'autre. On recherche la bobine défectueuse en suivant les indications déjà données en G.

Le défaut est facile à réparer s'il se trouve à l'extérieur. Lorsqu'il est à l'intérieur de la bobine il faut la débobiner, faire la réparation et l'enrouler de nouveau.

On constate la rupture du circuit dans les inducteurs en procédant comme il a été indiqué dans le cas où la dynamo ne produit pas de courant (D S *a*).

I.] Induit mal équilibré ou mal centré.

On reconnaît facilement qu'un induit est mal centré ou mal équilibré par les trépidations que l'on perçoit en appliquant la main sur les paliers.

On doit alors équilibrer la machine et vérifier séparément l'induit et la poulie.

Pour cet essai, on enlève l'arbre et l'induit et on les place sur deux traverses métalliques, disposées bien horizontalement. à l'aide d'un niveau, et suffisamment écartées pour que l'induit puisse tourner librement entre elles; il est préférable que la partie supérieure de ces traverses, sur lesquelles repose l'arbre, soit taillée en biseau. Tout étant ainsi disposé, on fait tourner lentement l'induit à la main, en avant et en arrière, et il sera alors facile de reconnaitre si un des côtés est plus lourd que l'autre, en un mot, si l'induit est mal équilibré, à la tendance que prend la partie la plus lourde de revenir en bas. Lorsque l'essai a fait découvrir un défaut d'équilibre, on peut le corriger en fixant *très solidement* du côté le plus léger un poids additionnel en plomb.

On procédera de même pour vérifier et corriger le défaut d'équilibre de la poulie.

La largeur de l'entrefer doit être aussi égale que possible. Il peut arriver que, par suite de l'usure des coussinets, l'induit soit mal centré et que la largeur de l'entrefer soit réduit à la partie inférieure de la machine, tandis qu'il augmente à la partie supérieure. Il faut, dans ce cas, remplacer les coussinets.

Il peut arriver aussi qu'une pièce polaire se desserre par suite de vibrations. Il faut alors démonter la dynamo et resserrer à fond tous les boulons ou vis d'attache.

J.] Mauvaise connexion dans le circuit inducteur.

Ce dérangement, très peu fréquent, ne se constate généralement que lorsqu'on met une dynamo en marche pour la première fois.

Le défaut est facile à déterminer par l'examen du schéma des connexions de la dynamo et par la recherche de la polarité des différentes bobines au moyen d'une aiguille aimantée ou d'une boussole.

K.] Machine malpropre.

Le bon entretien d'une dynamo permet d'éviter nombre de dérangements.

On doit éviter que la poussière s'amasse entre les spires des enroulements ou entre les connexions reliant l'induit au collecteur et qu'un graissage mal compris ne transforme ces poussières souvent métalliques en cambouis donnant lieu à des dérangements.

Le collecteur doit être toujours maintenu poli et propre. Il faut le nettoyer avec un linge sec et chasser, au moyen d'un soufflet ou mieux, avec un jet d'air comprimé, les poussières qui s'amassent dans les enroulements et dans les connexions.

L.] Vitesse angulaire trop grande.

La production d'étincelles peut provenir uniquement d'une vitesse angulaire trop grande. Il faut toujours se conformer au nombre de tours pour lequel la dynamo est construite.

Lorsqu'on dépasse sensiblement la vitesse normale, il faut réduire l'excitation pour maintenir la tension constante et, si cette diminution de l'intensité du courant d'excitation dépasse une certaine limite, la réaction d'induit devient trop grande et les balais crachent comme dans le cas où la dynamo est surchargée à sa vitesse normale.

Ce défaut peut provenir d'un mauvais rapport des poulies.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

L'électricité en Danemark.

Suivant des informations que nous empruntons à l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, toutes les villes danoises de 5000 habitants et plus sont aujourd'hui pourvues de services électriques publics. Quant aux villes comptant entre 5000 et 3000 habitants, trois seulement d'entre elles ne bénéficient pas, présentement, de l'électricité. Copenhague possède les plus puissantes installations du pays, lesquelles consistent en trois usines d'une puissance totale de 26 340 ch; ces usines, en 1910, ont débité : 8 621 000 kw-heure pour l'éclairage, 8 549 000 kw-heure pour la force motrice et 8 815 000 kw-heure pour la traction. Actuellement on ne rencontre, en Danemark, qu'une seule installation du type des stations centrales intercommunales, celle de Skovshoved, près de Copenhague. Cet établissement produit du courant triphasé sous 10 000 volts et, au moyen d'un réseau de distribtion de 131,5 km, il alimente en lumière et force motrice toute la banlieue de Copenhague, ainsi que les tramways de Hellerup et de Klampenborg; il a eu un débit total, en

1910, de 2 290 000kw-heure. La plupart des usines électriques danoises, sauf les très grandes des villes, utilisent des moteurs Diesel. — G.

ÉLECTROTHERMIE

Fusion électrique de l'étain.

Sur la question ci-dessus, l'*Elektrotechnische Zeitschrift* publie, entre autres, les informations suivantes :

M. J. Harden s'est livré sur une grande échelle, dans le comté de Cornouailles (Angleterre), durant l'été de 1911, à des expériences de fusion électrique de l'étain. Ces expériences, faites pour le compte de la Compagnie anglaise Gröndal Kjellin, sont le complément des essais effectués à Londres, en 1909, par les soins de M. J. F. Maclaren, puis repris par le Dr Walmsley, à l'Institut de Northampton. Les essais en question, bien qu'exécutés avec un outillage de fortune, avaient suffisamment révélé le caractère pratique et technique de la fusion électrique, lequel a été, depuis, amplement confirmé par les recherches plus étendues de M. Harden. On ne connaît pas encore les détails du four employé par ce dernier; on sait seulement que ce four est pourvu de trois électrodes en charbon de 203 × 203 mm et de 1,5 m de longueur. M. Harden a constaté que, pour obtenir de l'étain présentant un degré de pureté de 96 0/0, la consommation hebdomadaire moyenne d'énergie était d'environ 2200 kw-heure et, dans certains cas, de seulement 1700 kw-heure pour une tonne d'étain et que la même consommation, grâce à des arrangements spéciaux, pouvait même être réduite à 1400 kw-heure. Le courant utilisé était du triphasé à 50 périodes et sous 650-670 volts, dont on abaissait la tension à 30, 40, 50 et 60 volts. — G.

FORCE MOTRICE

L'électricité en Islande.

On lit dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* que les puissantes chutes d'eau que l'on rencontre en si grand nombre en Islande n'ont pas été exploitées, jusqu'ici, uniquement parce qu'elles se trouvent loin de la côte et du centre de population. Mais tout dernièrement une entreprise française a acheté une vaste étendue de terrain, près de Thorlakshavn, ainsi que plusieurs grandes chutes d'eau situées dans les régions montagneuses de l'intérieur. Ces chutes d'eau peuvent fournir une puissance évaluée à 200 000 ch. L'entreprise en question se propose de construire un excellent port sur son terrain, et d'alimenter en énergie électrique les diverses usines qu'elle veut édifier dans le voisinage. Elle doit d'abord installer une usine qui fabriquera des produits azotés d'après le procédé Birkeland-Eyde. — G.

TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

Statistique téléphonique mondiale au 1er janvier 1911.

D'une étude statistique que vient de publier M. V. H. Gunston, il appert que l'on rencontrait en service, au 1er janvier 1911, les quantités d'appareils téléphoniques suivantes :

Europe.	2 848 000
Asie.	170 000
Afrique.	30 900
Amérique.	8 355 000
Australie.	122 000
Total. . . .	11 526 000

G.

TRACTION

Electrification des chemins de fer suédois.

Le *Times Engineering Supplement* annonce qu'en outre de l'électrification du chemin de fer de Laponie-Kiruna-frontière, qui est déjà décidée et pour la réalisation de laquelle on construit actuellement la grande station hydraulico-électrique de Porjus, la direction des chemins de fer de l'Etat suédois vient d'arrêter un plan pour l'électrification du trafic local sur la ligne Stockholm-Märsta, ainsi que pour l'électrification du chemin de fer Gothenburg-Alingas. Cette dernière voie ferrée empruntera l'énergie électrique qui lui sera nécessaire à la station centrale de Trollhättan, en transformant le courant triphasé en du courant monophasé à la tension convenable. Quant à l'énergie à affecter à la ligne Stockholm-Märsta, elle proviendra de l'usine qui alimente déjà la capitale suédoise et qui est située à Värtan.

Les prix de revient respectifs de la traction à vapeur et de la traction électrique par train et par 100 km ont été évalués comme il suit : Traction à la vapeur d'après les résultats donnés par l'exploitation de 1910 — 61,5 fr; traction électrique à Stockholm — 55,3 fr; traction électrique à Gothenburg — 51 fr. L'introduction de la traction électrique entraînera donc une économie importante, qui deviendra encore plus appréciable aussitôt que le trafic aura pris des proportions supérieures à celles admises dans le calcul ci-dessus. — G.

Electrification des chemins de fer de l'Etat badois.

Suivant l'*Elektrotechnische Anzeiger*, le projet d'électrification de plusieurs voies ferrées de plein exercice, quoique d'importance secondaire, qui a été conçu par le gouvernement badois, se rapproche de plus en plus de sa réalisation. L'on

songe à électrifier d'abord la ligne de la Wiesental, Bâle-Lörrach-Schopfheim-Sackingen. L'énergie nécessaire sera empruntée à l'usine hydraulico-électrique d'Augst-Wyhlen. La pose de la canalisation métallique est déjà achevée, et on espère que les locomotives électriques circuleront sur cette ligne dans le cours de 1912. Le deuxième chemin de fer dont l'Etat badois projette l'électrification est la ligne de la Murgtal, Rastatt-Gernsbach-Forbach, qui doit être prolongée jusqu'à Schönmünzach et Freudenstadt (dans le Wurtemberg). Cette dernière ligne sera alimentée par la grande usine hydraulico-électrique que l'Etat badois se propose d'édifier à proximité de Raumünzach, et qui coûtera environ 19 millions de francs. — G.

Bibliographie

Manuel pratique du monteur-électricien. Cours d'électricité industrielle pratique, par J. Laffargue. 14e édition, revue et augmentée par L. Jumau. Un volume, format 18 × 12 cm. de 1046 pages, avec 927 figures et 4 planches en couleur. Prix cartonné : 10 fr. (Paris, librairie Bernard Tignol.)

Ce manuel bien connu continue à être très apprécié de tous les électriciens et le succès avec lequel ont été accueillies les précédentes éditions en est la meilleure preuve.

Depuis la mort du regretté Laffargue, les dernières éditions ont été revues et augmentées par les soins de M. Lucien Jumau qui, tout en conservant le programme primitif, a heureusement complété certains chapitres et a tenu l'ensemble au courant des progrès accomplis chaque jour dans le domaine de l'électricité industrielle.

L'enseignement que l'on puise dans ce manuel donne d'excellents résultats et la preuve en est fournie par les chauffeurs-mécaniciens-électriciens de France appartenant à la Fédération générale professionnelle, qui ont suivi les cours dont ce manuel est la reproduction.

—oo—

Elektrotechnische Messkunde. *(La mesure électrotechnique)*, par P.-B. Arthur Linker, 2e édition entièrement refondue et augmentée. Un volume format 205 × 135 mm de xvi-534 pages, avec 380 figures. Prix relié : 12 mark. (Berlin, Julius Springer, éditeur, 1912).

La nouvelle édition de cet ouvrage présente une refonte complète de la première. Dans cette deuxième édition, une grande partie des principes théoriques ont été traités plus simplement et, par suite, beaucoup plus brièvement. C'est le cas, surtout, relativement à ceux des principes en question qui ne sont pas absolument indispensables pour l'explication des mesures. Pourtant l'auteur a dû sensiblement élargir le cadre de son ouvrage pour y faire figurer les nouvelles méthodes de mesure auxquelles il faut aujourd'hui se livrer en électrotechnique. M. Linker n'a pas laissé, d'ailleurs, de s'en tenir à l'idée fondamentale dont il s'était inspiré dans sa première édition, celle de déduire et de justifier, sous une forme aussi facilement intelligible que possible, et à la fois simple et élémentaire, les diverses méthodes de mesure.

C'est pourquoi, en ce qui concerne les mesures de l'induction et de la capacité, les formules n'ont pas été développées d'après la méthode symbolique, évidemment plus élégante au point de vue mathématique, mais bien d'après la méthode généralement usuelle qui emploie des grandeurs réelles.

D'autre part, les instruments de mesure n'ont fait l'objet d'explications qu'autant que la chose était nécessaire pour l'intelligence des expériences. Enfin, en vue d'exposer plus clairement les résultats trouvés par la forme analytique et pour éviter de longues opérations de calcul, l'auteur a eu recours, autant que possible, aux méthodes graphiques. Il a divisé son traité en cinq grandes divisions, savoir : I. Mesures électriques; II Mesures magnétiques; III. Mesures de la technique du courant continu; IV. Mesures de la technique du courant alternatif; V. Photométrie.

—oo—

Elementary internal combustion engines. *(Notions élémentaires sur les moteurs à combustion interne)*, par J.-W. Kershaw. Un volume, format 190 × 130 mm, de 174 pages avec 117 figures. Prix, relié : 2 shillings 6 pence. (Londres, Longmann, Green et Cie. éditeurs, 1912.)

On trouve dans ce livre des notions élémentaires sur la construction et le fonctionnement des moteurs à combustion et des gazogènes; il est en outre destiné à servir d'introduction à la lecture des ouvrages plus avancés traitant la même matière. A cet effet, M. J.-W. Kershaw s'est appliqué à énoncer ses explications en un langage aussi simple que possible, en détaillant les avantages et les inconvénients des différentes catégories de moteurs. Il a partagé son étude en treize divisions portant les titres ci-après : I. Le moteur à gaz; II. Grands moteurs à gaz; III. Réglage du moteur à gaz; IV. Allumage; V. L'indicateur et diagramme d'indicateurs; VI. Puissance calorifique; VII. Gazogènes; VIII. Théorie des gazogènes; IX. Moteurs à huile; X. Moteurs à pétrole; XI. Moteurs à huile pour navires; XII. Autres moteurs à combustion; XIII. Rendement du moteur.

—oo—

Lehrbuch der Photometrie von Friedrich Uppenborn, nach dem Tode des Verfassers bearbeitet und herausgegeben von Dr-Ing. Berthold Monasch *(Traité de photométrie, par Frédéric* Uppenborn, *élaboré et publié, après la mort de l'auteur,* par Berthold Monasch, Dr-ing.) Un volume, format 235 × 160 mm, de x-420 pages, avec 254 figures. Prix, relié : 15 mark. (Munich et Berlin, R. Oldenbourg, éditeur, 1912.)

La question de savoir quelle source lumineuse est la

plus appropriée dans chaque cas donné présente de grandes difficultés, et elle ne peut être résolue que grâce à une connaissance approfondie de la photométrie technique de l'éclairage. La même question exige aussi bien la connaissance des principes scientifiques que des informations exactes sur les exigences et les résultats de la pratique.

Or l'ouvrage d'Uppenborn, en exposant les méthodes, les moyens auxiliaires, les connaissances dont dispose la photométrie, offre un bon point de départ pour la solution de chaque problème photométrique. Il n'expose pas seulement les travaux des savants allemands sur ce terrain; il tient compte encore, dans une ample mesure, de l'activité créatrice de spécialistes américains, anglais et français.

En feuilletant ce traité, nous voyons qu'il analyse d'abord les principes physiologiques de la photométrie. Il envisage ensuite les lois et les grandeurs photométriques, puis il étudie en détail les unités lumineuses et les sources intermédiaires de lumière, ainsi que les procédés à suivre pour déterminer l'intensité lumineuse provenant des sources. L'action des réflecteurs et des globes de lampes fait l'objet d'un chapitre spécial. Ensuite vient un long chapitre consacré à l'éclairage, dans lequel les méthodes de calcul de l'éclairage les plus ardues, mais aussi les plus fécondes en résultats au point de vue scientifique, sont clairement expliquées au moyen d'exemples pratiques. On y trouve aussi des détails étendus sur les divers modèles de photomètres, sur les méthodes de mesures photométriques, sur les appareils auxiliaires tels que miroirs, dispositifs enregistreurs des courbes de radiations lumineuses et sur les intégrateurs. La photométrie des sources lumineuses de différentes couleurs, avec les tout derniers résultats qu'ont donnés les recherches dans cette branche spéciale, est exposée sous une forme facilement intelligible. Enfin, après un exposé des méthodes photométriques normales adoptées par les différentes institutions savantes, nous trouvons, au dernier chapitre, l'étude d'un sujet qui n'a pas encore été abordé dans la littérature technique, celui de la photométrie des projecteurs.

Nouvelles

Programme des questions mises au concours par la Société industrielle d'Amiens.

La Société industrielle d'Amiens a mis au concours, pour l'année 1911-1912, les questions qui suivent intéressant particulièrement les électriciens.

(Les concurrents doivent envoyer leurs manuscrits ou machines, *franco*, au président de la Société industrielle, rue de Noyon, 29, à Amiens (Somme).

1° Médaille d'or pour la découverte et la mise en pratique d'un nouveau procédé d'éclairage particulier et industriel présentant un progrès notable sur les procédés connus.

2° Médaille d'or pour un frein dynamométrique simple peu coûteux, peu encombrant, facile à adapter sur les moteurs à gaz, à pétrole, à alcool et permettant des essais de durée.

3° Une médaille d'or pour un générateur mécanique, chimique ou thermique d'électricité remplissant les meilleures conditions de rendement et d'économie.

4° Une médaille d'or pour un accumulateur remplissant les meilleures conditions de rendement et de durée.

L'accumulateur présenté devra être réalisé et non simplement à l'état d'étude ou de projet.

Il devra réaliser des progrès sérieux sur tous les appareils déjà construits, notamment au point de vue de la capacité, du débit, de la rapidité de charge, du nombre de décharges qu'il peut subir sans démontage et surtout du rendement en énergie.

Il devra présenter, en outre, des facilités de démontage et de réparation.

4° Une médaille d'or pour une lampe électrique à incandescence réalisant des progrès sensibles et pouvant être fabriquée pour toutes les tensions jusqu'à 250 volts.

La lampe fonctionnant sous tension normale devra avoir une consommation inférieure à un watt par bougie, et une durée supérieure à 1000 heures. Le pouvoir éclairant devra rester sensiblement le même pendant toute la durée de fonctionnement.

5° Une médaille d'or pour un coupe-circuit d'éclairage avec métal fusible, fondant sans arc durable, pour une intensité bien déterminée et supports mauvais conducteurs de la chaleur, ininterchangeable, mais facilement réparable, d'un prix d'acquisition peu élevé.

6° Une médaille d'argent pour une application chimique nouvelle et économique de l'électricité dans la région d'Amiens.

7° Une médaille d'or pour une amélioration importante dans le blanchiment de la laine ou de la soie. Traitement à l'eau oxygénée ou par l'électricité.

La Société accordera une médaille d'or d'une valeur de 200 fr à tout mémoire qui lui paraîtra mériter ce prix. Les candidats auront toute liberté de choisir leur sujet pourvu qu'ils rentrent dans les études des divers comités, parmi lesquels il faut signaler celui de mécanique et d'électricité.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Nouveau système de commutateur téléphonique automatique.

(Suite et fin) (1).

IV

TABLEAU DE COMMUTATION AUTOMATIQUE

Dans les premières installations de commutateur automatique, les courants d'appel étaient fournis par une batterie centrale, mais les courants de conversation étaient obtenus au moyen de piles locales.

Les circuits consistaient, en réalité, en circuits à trois fils, avec retour par la terre; l'emploi du retour par la terre étant devenu impossible, on installa des fils de retour servant chacun pour plusieurs lignes; cette solution n'étant pas encore satisfaisante, on a dû étudier un système qui permît de faire faire l'appel avec un circuit métallique complet.

Différents procédés ont été préconisés à cette fin. L'un d'eux consiste à faire usage d'un relais à rappel différé; le ralentissement du rappel de l'armature y est obtenu soit, en enfilant sur le noyau un manchon de cuivre, soit en enveloppant de cuivre l'une des extrémités du noyau; ce système donne toute satisfaction; on agit très facilement sur la rapidité du retour de l'armature en modifiant la largeur de l'entrefer.

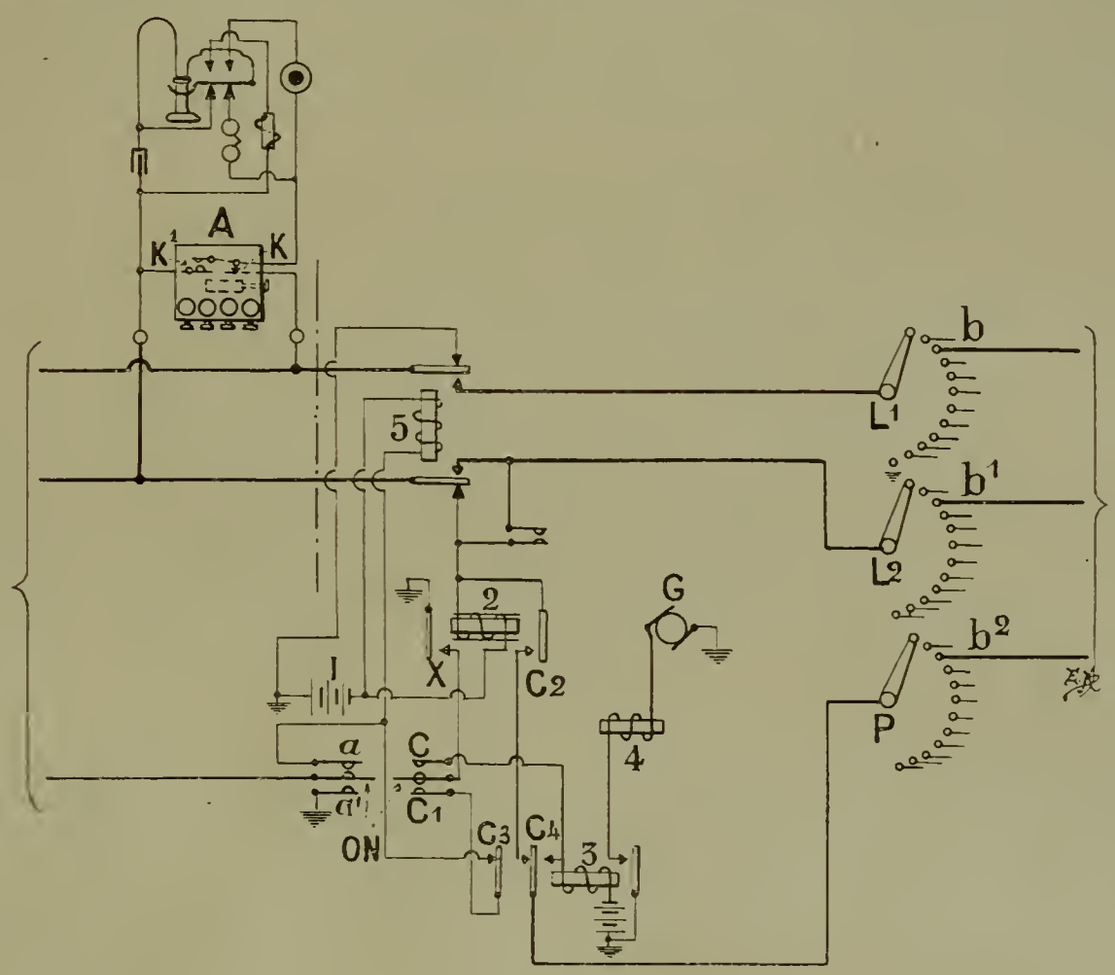


Fig. 140.

Les figures 140 à 143 représentent les circuits d'un poste d'abonné dans le système à double fil, avec un combinateur d'appel, un premier sélecteur, un second sélecteur et un conjoncteur, du type rotatif double à déclenchement vers l'avant; ces schémas sont toutefois théoriques et ils devraient en pratique être modifiés plus ou moins suivant les circonstances.

Les étapes successives dans l'établissement d'une communication entre deux postes A (fig. 140) et B (fig. 143) sont les suivantes :

L'abonné du poste A décroche son récepteur; le circuit ci-après s'établit, borne terre de la batterie I, circuit métallique téléphonique, enrou-

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1113, 29 avril 1912, p. 257.

lement du relais *2* et borne négative de la pile I; le courant parcourant ce circuit produit l'excitation du relais et établit un second circuit sur l'enroulement du relais *3*; à partir de ce moment le courant alternatif du générateur G passe dans l'enroulement de l'électro-aimant *f*, qui actionne les balais du commutateur; dès que les balais ont avancé d'un cran, les connexions établies par les relais ON sont interverties; les contacts C et *a* sont rompus, les contacts C et *a* établis; le circuit du relais *3* se trouve interrompu en C et n'est plus excité que si les contacts établis par le balai privé P le permettent; les contacts privés dont il s'agit sont en multiple avec les contacts des autres commutateurs de ligne et sont reliés aux premiers sélecteurs.

Lorsqu'un premier sélecteur est en service, son contact privé est mis à la terre; si, dans ces circonstances, le premier contact privé est mis à la terre lorsque le balai P l'atteint, le relais *3*. reste excité et l'électro-aimant fait avancer les balais jusqu'à un second contact: si celui-ci n'est pas relié à la terre, le relais *3* retombe dans la position normale; le circuit de l'électro-aimant *f* est alors interrompu et les balais L^1, L^2 et P, s'arrêtent sur les contacts *b*, b^1 et b^2 respectivement.

Le relais *3* n'étant plus excité, un circuit s'établit sur le contact X du relais *2*, le contact *c*, le contact C^3 du relais *3* et l'enroulement du relais *5*; l'armature de celui-ci est attirée, le circuit précédemment établi sur le relais *2* est rompu, — ce relais retomberait immédiatement si son action n'était ralentie.

Au moment où le relais *5* est actionné, le relais R du premier sélecteur (fig. 141) attire son armature sous l'effet du courant passant dans ses deux enroulements et le circuit de l'abonné; le relais R^1 est actionné; le contact b^3 du commutateur de ligne est mis à la terre sur le contact C^5 (fig. 141), ce qui empêche que d'autres commutateurs de ligne puissent se mettre en connexion avec le premier sélecteur dont il s'agit.

Le fonctionnement des relais *5* et R s'effectue en une faible fraction de seconde, ce qui fait que le relais *2* (fig. 140) reste excité par un second circuit établi de la batterie I sur l'enroulement *2*, les contacts C^2 et C^4, le balais privé P, le contact b^2 et la terre, à l'armature du relais R.

Le contact K est ouvert et fermé cinq fois et puis reste fermé. Chaque fois que le circuit est ouvert et fermé de cette façon, le relais R du premier sélecteur cesse d'être excité, puis excité à nouveau et il ferme momentanément, à cinq reprises, un circuit passant par la terre, l'armature du relais R, le contact K^1 du relais R^1, le contact K^2, le relais R^2, l'électro-aimant horizontal P M^1, dans le multiple, le pôle positif, non mis à la terre de la batterie. Le relais R^1 attire son armature au moment où le courant passe dans son enroulement; comme son mouvement est ralenti, ses contacts restent ouverts pendant le fonctionnement du relais R: l'électro-aimant P M^1 fait donc avancer d'un cran, par impulsion, les balais du commutateur.

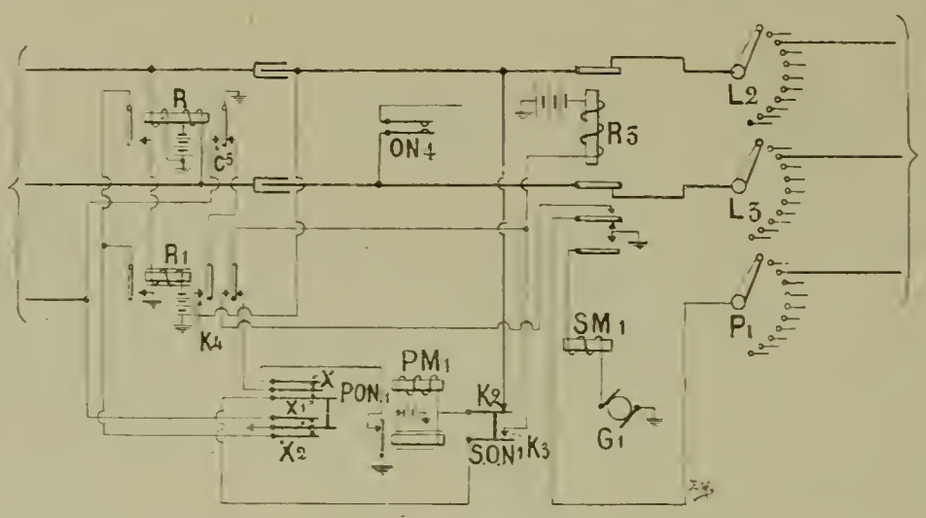


Fig. 141.

Lorsque les émissions cessent, le relais R^2 retombe et du courant passe de la terre sur le contact de ce relais et sur les contacts X et X, le secondaire K^3 pour aller au pôle négatif de la pile à travers l'enroulement du relais R^3.

Celui-ci, étant excité, ferme le circuit de l'alternateur G^1 sur l'enroulement de l'électro-aimant secondaire ou vertical S M et vers la terre; les balais sont alors déplacés dans le sens vertical.

Dès que le commutateur exécute un mouvement vertical, les contacts K^2 et K^3 s'ouvrent et le relais R^3 continue à être actionné jusqu'à ce que le balai privé P arrive sur un contact privé

non occupé; à ce moment le commutateur s'arrête; l'abonné est alors relié à un second sélecteur; le relais R^3, en retombant, relie le balai P^3 à la terre et empêche que le second sélecteur intéressé puisse être relié à d'autres sélecteurs primaires; en même temps, le relais R^4 (fig. 142) du second sélecteur est actionné.

A ce moment, le combinateur de l'abonné produit sur la ligne quatre interruptions et quatre fermetures successives, provoquant à nouveau le fonctionnement du relais R du premier sélecteur.

Mais alors, le circuit de l'électro-aimant horizontal ou primaire $P M^1$ du premier sélecteur est ouvert au contact K^2, de sorte que c'est dans le second sélecteur (fig. 143) que se produisent les changements de circuit.

Lorsque le relais R^6 du second sélecteur retombe, après qu'un contact inoccupé a été atteint par le balais privé P^2, la ligne de l'abonné est reliée au conjoncteur par l'intermédiaire des balais L^5 et L^6, et le balai privé P^2 est mis à la terre; le conjoncteur choisi devient ainsi inaccessible pour d'autres.

Le relais R^7 (fig. 143) est en même temps mis en fonctionnement.

Dans la troisième phase, c'est donc l'électro-aimant primaire $P M^1$ du conjoncteur qui est actionné; il déplace les balais, le relais B^8 retient son armature dans la position de travail. Lorsque les impulsions cessent et que le relais R^8 revient au repos, le relais R^9 est actionné à son tour par le circuit terre, contact $P O N^3$, contacts K^5 et K^6, relais R^9, batterie.

Aussitôt que le relais R^9 est actionné, le contact K^7 s'établit; le contact K^6 se rompt; comme précédemment, ledit relais ne continue donc à être excité que si un courant passe sur le contact K^8 du relais R^6 du second sélecteur.

Le relais R^9 met hors circuit l'électro-aimant primaire et insère l'électro-aimant secondaire $S M^3$; c'est ce qui se produit à la deuxième émission du combinateur.

L'électro-aimant secondaire $S M^3$ déplace les balais vers le haut; le relais R^8 est excité une seconde fois et enclenché, les émissions de courant se faisant sur son propre contact K^{12} (le contact K^{19} s'ouvre au premier déplacement vertical des balais); il reprend sa position normale aussitôt que les émissions cessent.

Deux cas sont à envisager à partir de ce moment :

1° La ligne de l'abonné demandé est occupée : le contact privé sur lequel arrive le balai P^3 est mis à la terre par l'intermédiaire du contact $O N^2$, le relais R^{10} ne fonctionne pas et le signal d'occupation est envoyé à l'abonné appelant; ce signal est donné sur le circuit : bobine d'induction 1, contact K^{20} de $S O N^3$, contact K^{16} du relais R^{11}, fil du circuit de conversation sur l'un des enroulements du relais R vers la terre et vers la ligne de l'abonné, sur le second enroulement du relais R.

2° La ligne n'est pas occupée : du courant part du pôle positif de la batterie et suit le trajet : contact K^{17} du relais R^{16}, contact K^9 du relais R^7, contact K^{10} du relais R^8, enroulement W du relais R^{10}, balai privé P^3, contact privé de la ligne appelée, enroulement du relais 15, pôle négatif de la batterie. Le courant circulant dans ce circuit excite les relais R^{10} et 15. Le relais R^{10} est alors maintenu excité dans le circuit W 1, contacts K^9 et K^{21}, shuntant l'enroulement W et reliant à la ligne le balai privé P^3, la ligne appelée est dès lors occupée. Le relais R^{11} est excité immédiatement après le relais R^{10}. Lorsque le contact K^4 est établi, du courant passe par intermittence dans l'enroulement du relais R^{12} et l'interrupteur T, en série, ce qui ferme et ouvre

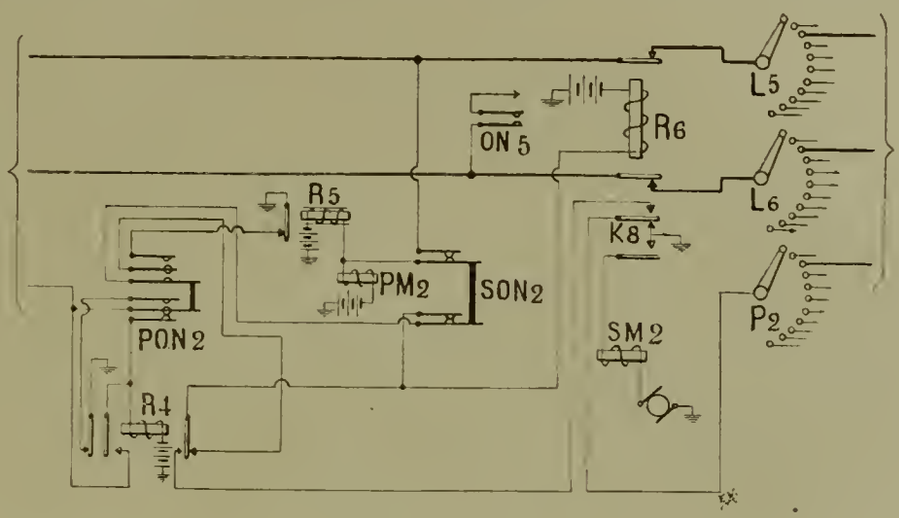


Fig. 142.

alternativement les contacts dudit relais R^{12} et provoque l'envoi des courants d'appel sur la ligne en passant par les balais L^7 et L^8; chaque fois que le relais R^{12} cesse d'être excité, les deux enroulements du relais R^{13} sont reliés à la ligne et du courant y passe au moment où le circuit est fermé par suite du déplacement de la fourche.

Lorsque, averti par la sonnerie, l'abonné appelé répond à l'appel, le relais R^{13} est excité et, par suite, les relais R^{14} et R^{16}; les appareils des abonnés sont alors reliés l'un à l'autre; la conversation peut s'établir; le courant de conversation est fourni à l'abonné demandé à travers l'enroulement du relais R^{13} et à l'abonné demandeur, sur le relais R du premier sélecteur.

Lorsque, la conversation terminée, l'abonné appelé accroche le récepteur, le conjoncteur déclenche et retombe à la position normale; du côté de l'abonné appelant, c'est l'interrupteur de ligne qui fonctionne et, en même temps, le premier et le second sélecteur; ces trois interrupteurs sont soumis au contrôle du relais R^1 du premier sélecteur.

Lorsque le relais R est ramené dans la position normale, le relais R^1 cesse également d'être excité; du courant passe dans l'enroulement du relais R^3 qui attire son armature et ferme le circuit pour le courant du générateur sur l'électro-aimant secondaire S M ; ce dernier pousse vers l'avant les balais de l'interrupteur et lorsque les contacts de P O N^1 sont ouverts, le circuit antérieurement établi sur le relais R^3 est ouvert; le premier sélecteur se retrouve dans la position normale.

Si les contacts P O N^1 reviennent à leur position normale, le contact X^2 du premier sélecteur est ouvert; le relais 2 et le relais 5 reviennent à la position normale également; il en est de même des balais de l'interrupteur de ligne.

Au moment où le relais R^3 a été excité, le circuit allant de la terre sur le balai privé P^1 a été rompu et le relais R^4 du second sélecteur a été ramené à sa position normale; le second sélecteur fonctionne donc à ce point de vue d'une façon sensiblement identique au premier sélecteur.

Le fonctionnement du conjoncteur est le suivant : le relais R^{13} revient à sa position normale au moment où le circuit est ouvert au crochet; le relais d'interruption R^{14} cesse alors d'être excité; mais le relais R^{16}, qui a été excité au moment où l'abonné appelé a répondu, reste dans la position d'excitation parce qu'un courant de la batterie passe dans l'enroulement de P O N^3 et par le contact K^8 normalement ouvert. Pour cette raison, lorsque le relais R^{14} cesse d'être excité, le relais R^{15} attire son armature; du courant alternatif peut ainsi passer dans l'électro-aimant secondaire S M^3; le contact privé est relié à la terre; le conjoncteur ne peut donc être choisi par un sélecteur pendant la durée de son retour à la position normale.

Aussitôt que le contact primaire se trouve dans la situation normale, le relais R^{15} retombe et ouvre le circuit de l'électro-aimant secondaire.

L'interrupteur et tous les relais se retrouvent alors au repos.

Si l'abonné appelé ne répond pas, le relais R^5 et le déclenchement du conjoncteur restent sous la dépendance de l'abonné appelant.

Si, au moment où l'un des abonnés décroche

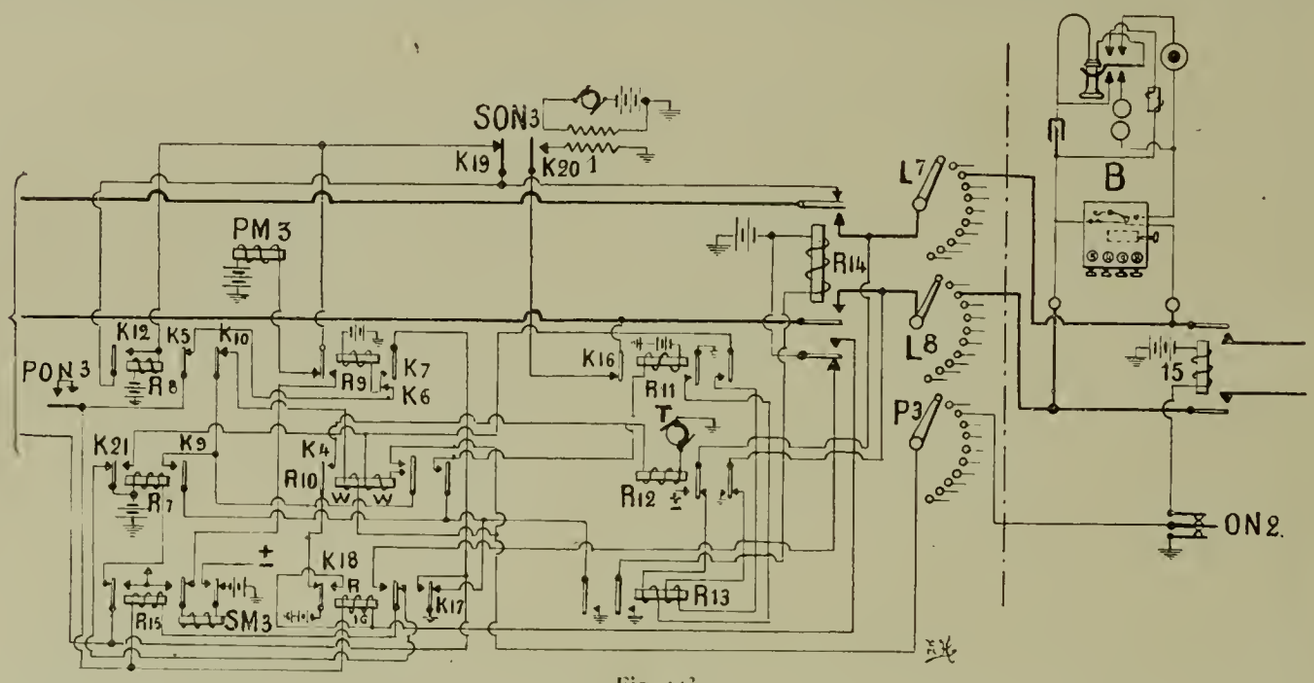


Fig. 143.

son récepteur, tous les premiers sélecteurs reliés à sa ligne sont occupés, les balais du commutateur de ligne sont portés sur le onzième groupe de contacts.

Comme ces contacts sont des contacts morts, le relais 3 retombe et le relais 5 est excité de la même façon qu'il le serait lorsque le balai P repose sur le contact d'une ligne d'intercommunication inoccupée.

Mais ce commutateur est pourvu d'un contact spécial S O N qui n'est formé que si les balais se trouvent dans la onzième position; par conséquent, aussitôt que le relais 5 est excité, un courant peut s'établir dans le circuit du relais 2 sur la ligne de l'abonné, par l'intermédiaire du balai de ligne L' vers la terre au onzième contact.

La bobine d'induction produisant les signaux d'occupation est donc reliée au contact sur lequel se trouve le balai L^2 et l'abonné est ainsi avisé qu'il ne peut recevoir immédiatement la communication qu'il désire. Aussitôt qu'il raccroche son récepteur, les relais 2 et 5 cessent d'être excités et le commutateur retombe dans la position normale.

Les premiers et seconds commutateurs sélecteurs sont pourvus chacun de contacts ON^4 et ON^5 respectivement, assurant l'envoi du signal d'occupation à l'abonné lorsque les balais ont atteint la onzième rangée de contacts, ce qui arrive si les dix lignes d'intercommunication du groupe sont occupées.

Dans la plupart des bureaux automatiques existant, sinon dans tous, le courant de la pile est employé pour actionner les balais des secteurs dans le choix d'une ligne d'intercommunication libre; dans le présent système, il est fait usage du courant alternatif; on emploierait de préférence du courant à 20 périodes, de sorte que le déplacement des balais se ferait à une vitesse de 40 contacts.

Pour ce qui concerne le commutateur de ligne, il suffirait donc aux balais d'un quart de seconde pour parcourir l'ensemble des contacts d'une rangée; ce délai est suffisamment court pour qu'il n'y ait aucun risque que l'abonné commence à manœuvrer son combinateur avant que le sélecteur n'ait choisi la ligne inoccupée.

IV

TABLEAU DE DISTRIBUTION AUTOMATIQUE

Cet appareil est surtout intéressant pour l'avenir qu'il pourrait avoir.

Dans le système Kellogg, il consisterait en un tableau multiple assez semblable, en apparence, à un multiple à service manuel; mais ce tableau ne comporterait pas de jacks de réponse ni de lampe de réponse et, au lieu de fiches doubles, il serait fait usage de fiches simples; des commutateurs de même construction que les sélecteurs de lignes des tableaux automatiques, compléteraient l'outillage; les autres dispositifs, aux postes d'abonné notamment, ne présenteraient pas de particularité; le sélecteur choisirait automatiquement un poste d'opératrice et un cordon de réponse libres et l'opératrice n'aurait pas autre chose à faire que de recevoir la demande de communications et de l'établir; l'appel de l'abonné demandé, si celui-ci est libre, se ferait automatiquement; s'il est occupé, l'abonné demandeur recevrait un signal d'occupation.

V

TABLEAU SEMI-AUTOMATIQUE

Les dispositifs décrits se prêtent également à la réalisation de tableaux semi-automatiques; ce système serait identique au précédent, sauf en ce que les opératrices auraient à leur disposition, au lieu de multiples, des appareils automatiques de mise en communication.

HENRY.

Institution anglaise des Ingénieurs Électriciens.

Nous avons récemment mentionné l'intérêt que cette société a pris pendant plusieurs séances de cette session à la question des différentes méthodes de tarification pour l'énergie électrique. L'examen des deux travaux de MM. Leabrook et Laekie a été suivi d'une discussion soulevée par le président, M. de Ferranti, sur le sujet général de l'abonné relativement aux difficultés que l'on rencontrait dans le développement plus vulgarisé des applications domestiques de l'électricité et les mesures que l'on pouvait prendre pour y arriver. Les systèmes de tarification, le premier prix prohibitif des appareils, les frais d'installation, le besoin d'instruire le public des avantages

qu'il peut retirer de l'emploi de l'électricité, tous ces points et d'autres encore sont traités par M. de Ferranti. Le fait que l'Institution a consacré toute une séance à l'examen de ces questions pratiques doit certainement plaire à ceux qui, s'occupant d'entreprises commerciales, reprochent quelquefois à la société de trop se confiner dans l'étude des sujets techniques.

***

M. Lustgarten a présenté un travail sur les isolateurs en porcelaine à haute tension, le 12 mars dernier, devant la section de Manchester. Nous ne pouvons que mentionner brièvement les points suivants de ce trop long travail. Remarques générales sur les qualités électriques de la porcelaine et sur ses désavantages (fragilité); différences entre la pratique anglaise, allemande et américaine et différence de substances employées dans la fabrication. Propriétés générales électriques et mécaniques de la porcelaine. Puis, suivent des remarques sur les isolateurs de ligne, à savoir : considérations sur leur construction, formes et effets des décharges électriques, *(a)* à l'état sec, *(b)* à l'état humide. Protection contre ces effets, isolateurs à abri métallique. Isolateurs à suspension, avantages, type à chaîne, types fixes, considérations électriques sur leur construction, distribution du potentiel, protection contre les effets d'arc. La dernière partie du travail de M Lustgarten est consacrée à l'essai des isolateurs, mesures de tension, essais à la rupture, essais sous l'effet d'une pluie artificielle et dans des conditions atmosphériques naturelles. Un appendice contient quelques notes sur la densité de la charge électrique, *(a)* avec un diélectrique entre électrodes, *(b)* avec un diélectrique composé, porcelaine et air, entre électrodes, etc. Plusieurs photographies montrent des effets de décharges sur des isolateurs de différents types; un diagramme montre un appareil à pluie artificielle de l'école de technologie de l'Université de Manchester, où les expériences citées ont été réalisées.

***

Dans la séance du 14 mars, à Londres, MM. Stevens et Cox ont présenté une notice avec projection sur l'avalanche qui obstrua le chemin de fer électrique de Wellington (États-Unis). Le même jour, à Dublin, M. Tomlinson a lu un travail sur la tourbe, intitulé : la tourbe comme combustible pour alimenter les moteurs à gaz, nouveaux progrès.

***

Dans une étude présentée le 11 mars par M. Jackson à Newcastle sur le fonctionnement d'une station génératrice, le conférencier traite brièvement des différentes parties du matériel d'une station. Il montre qu'aujourd'hui le côté mécanique d'une station réclame une aussi grande attention que la partie électrique et on la lui accorde toujours. Les progrès actuels sont très réels et, au point de vue commercial, on est bien près de la perfection relativement à la plupart des organes d'une station génératrice. Le retentissement sur l'ensemble du fonctionnement de l'une des parties du matériel n'est plus aussi marqué et aussi général qu'il l'était y a quelques années. C'est pourquoi M. Jackson fait remarquer l'énorme progrès qui s'est accompli quant à la partie mécanique, bien que si certains de ces progrès sont réels, d'autres ne peuvent être considérés que comme d'anciennes idées découvertes à nouveau. Puis il parle des turbines, des pompes, des chaudières, des chargeurs mécaniques, des condenseurs et, finalement, du concours intelligent de l'homme dans tout ce fonctionnement.

***

Pendant cette même séance, M. Firth a lu un travail sur les causes et moyens de prévenir les étincelles aux commutateurs, c'est-à-dire les formations d'arc éclatant violemment entre les balais d'un appareil de commutation soumis à des conditions anormales de charge. Le convertisseur est la machine qui est le plus fréquemment exposée à ces phénomènes dont la cause ordinaire consiste en un court-circuit sur le côté à courant continu. Cela se produit également dans les moteurs soumis à des surcharges excessives ou à une accidentelle rupture du circuit inducteur. Une bonne indication dans la production de ces arcs consiste dans ce fait que cette production est toujours associée avec une abondante production initiale d'étincelles aux balais; ce qui arrive avec une charge quelconque et dépend principalement de la position de ces balais. Une machine établie pour fonctionner sans étincelles à pleine charge ne présentera de formation d'arcs que s'il survient inopinément un court-circuit. Les seules raisons possibles de cette formation entre des balais sont une élévation anormale de tension ou une diminution de résistance. M. Firth décrit alors les méthodes employées et les expériences réalisées dans le but de prévenir ces formations d'arcs; il déclare que le meilleur

moyen est de placer des frottoirs d'amiante entre les balais; la surface du commutateur est ainsi conservée toujours propre et lisse et même les étincelles normales sont réduites au minimum. Le seul désavantage est qu'ils retiennent la poussière de charbon et s'encrassent après un certain temps, mais on peut les disposer de manière que l'on puisse facilement les nettoyer ou les remplacer.

*
* *

A la section locale du Yorkshire, le major O'Meara, l'ancien ingénieur en chef du General Post office, auquel a succédé M. Hingo, avait envoyé un travail sur la télégraphie et la téléphonie; il avait été chargé d'étudier les systèmes télégraphiques et téléphoniques en Europe.

*
* *

Eclairage électrique. — La section de Glasgow, de l'Institution des Ingénieurs électriciens, a consacré ses séances de février à l'examen d'un travail de M. J. Mackenzie sur l'éclairage, sa production, mesures et calculs. Au cours de son travail, le conférencier fait remarquer que l'avènement de la lampe à filament métallique a provoqué l'emploi de groupes électrogènes plus puissants et l'adoption d'un éclairage plus intense. Quant à décider si ce progrès est un avantage ou non, il laisse à chacun le soin de le faire; cependant il est opposé à l'emploi non judicieux de groupes trop puissants et il pense que les sources lumineuses intensives qui sont maintenant à notre disposition ne devraient être adoptées qu'avec une connaissance réelle de la technique de l'éclairage, de manière à les disposer convenablement et à écarter les désavantages qui peuvent résulter de leur emploi inconsidéré. L'accroissement extraordinaire des ophtalmies est dû principalement à une disposition défectueuse de l'éclairage. On doit d'abord déterminer la zone totale à éclairer, puis examiner si l'on doit adopter des sources lumineuses intenses ou faibles et ensuite si elles doivent être espacées ou rapprochées l'une de l'autre, etc. Toutes ces questions comprennent nombre de détails nécessaires à étudier.

Mais avant d'en parler et de déterminer la quantité de lumière qui est nécessaire pour bien éclairer une surface donnée, M. Mackenzie examine les sources ordinaires d'éclairage et la conversion de l'énergie en lumière. Il consacre une grande partie de son travail à la question de l'éclairage des rues. Il préconise l'emploi plus général des lampes à suspension centrales pour l'éclairage des voies publiques ainsi qu'on le fait dans la plupart des villes du continent. La principale objection que l'on peut faire aux lampes suspendues de cette manière est la difficulté de nettoyage et de remplacement, mais cette difficulté peut être facilement surmontée. Le même dispositif de descente des lampes sur réverbère peut très bien s'appliquer aux lampes suspendues. Puis le conférencier déclare que les municipalités devraient avoir le droit de réglementer l'intensité de l'éclairage extérieur employé par les boutiques et magasins et on devrait leur imposer une limite d'éclairage maximum. Si un boutiquier vient à placer devant son magasin un tas de fumier qui gêne les nerfs olfactifs de ses concitoyens, la police interviendra aussitôt; pourquoi n'en serait-il pas de même dans le cas où il viendrait à blesser les organes si délicats de la vision? Les deux cas sont similaires et devraient être traité de même par les autorités de la ville. M. Mackenzie donne ensuite la description d'une très simple méthode de dispositif de suspension au-dessus des voies publiques qui a été appliquée par M. Burnett, l'ingénieur électricien de Barrow-in-Furness. Il est particulièrement applicable dans le cas d'éclairage le long des routes des tramways où l'on emploie des fils tendeurs pour le trolley. La suspension de Barrow a été justement destinée primitivement à cet usage spécial et a été installée pour la première fois dans cette ville sur voie de 25 m de large avec une chaussée de 12,20 m et deux trottoirs de 6 m. Un fil de suspension en acier galvanisé de 11,11 mm est tendu à travers la route entre chaque paire de poteaux du tramways; le dispositif de suspension vient s'attacher à chacun de ces poteaux et par déroulage peut amener la lampe à portée de la main de l'ouvrier, ou la hisser à la hauteur de 6 m au-dessus du sol, sans qu'il y ait aucun balancement puisque les deux attaches latérales sont toujours tendues. Les lampes employées sont à filament métallique et absorbent 60 watts, mais elles vont être remplacées par des lampes de 100 watts, afin de donner un éclairage plus intense. Ce système de tirage et d'abaissement de la lampe est indépendant du câble conducteur du courant d'alimentation qui aboutit au sommet des poteaux du tramway, s'engage dans l'intérieur de ces poteaux pour venir se relier au circuit de distribution; des isolateurs en porcelaine l'isolent du fil d'acier de suspension transversale. Bien que le prix d'installation soit un peu plus élevé que celui des lampes ordinaires, les résultats obtenus sont tellement satisfaisants que les municipalités ne peuvent hésiter à ce léger sacrifice; l'unifor-

mité d'éclairage, l'absence d'ombre, et le bel aspect de ces lampes sont particulièrement frappants. L'éclairage obtenu au moyen des deux lampes de 60 watts employées dans chaque ensemble a été trouvé supérieur aux lampes ordinaires de 10 ampères fixées sur chaque poteau alterné, bien que la consommation d'électricité dans le cas des lampes à filament métallique soit seulement de 5,04 kw par mille (1609 m) de rue au lieu de 11,5 kw dans le cas d'éclairage par lampe à arc. Quand au prix annuel d'éclairage, il est réduit de moitié. Ce mode de suspension a prouvé, d'autre part, qu'il ne présente aucun inconvénient au point de vue du trouble qui pouvait provenir des vibrations des poteaux au moment du passage des tramways. Quant à la durée moyenne des lampes elle a été expérimentalement trouvée être de 1200 heures au minimum.

A.-H. B.

Caractéristiques techniques des fours électriques (1).

En général, les fours électriques de différents systèmes sont utilisés pour trois sortes d'applications, savoir :

1° Pour produire simplement de la chaleur afin de fondre, de vaporiser, c'est-à-dire afin de changer l'état physique des matières traitées, par exemple, afin de fondre des métaux, de produire de la vapeur, etc. Dans ce genre de fours, la chaleur est effectivement utilisée comme telle pour se perdre ensuite par le refroidissement du corps fondu, ou pour servir au chauffage des habitations ou enfin pour être convertie en énergie dans une machine, etc.;

2° Uniquement pour produire une température élevée, de manière à provoquer certaines réactions chimiques qui ne se réaliseraient pas à froid. Par exemple, du charbon peut se trouver en contact avec l'air atmosphérique à des températures ordinaires sans éprouver aucun changement chimique; mais si la température est portée à un certain degré, les deux substances se combinent chimiquement pour former un gaz, l'anhydride carbonique. Nombre de pareilles réactions ne se produisent qu'à des températures élevées bien qu'elles n'absorbent aucune chaleur. La transformation du charbon en graphite en est un exemple. Dans ces conditions, le four a simplement pour fonction de maintenir une température élevée, mais non de fournir de la chaleur destinée à être absorbée; toute la chaleur qu'il doit produire, après que les corps en présence ont été portés à la température convenable, est celle destinée à remplacer les pertes se produisant par les parois. Par suite, la réduction de ces pertes offre une importance capitale; c'est d'elle que peut dépendre le succès ou l'insuccès commercial de l'opération. La simple diminution de cette perte de chaleur à la moitié réduit de moitié la consommation totale;

3° Pour produire l'énergie chimique nécessaire dans les réactions qui emmagasinent cette énergie dans le produit, de même que de l'énergie se trouve emmagasinée dans une cuve à air comprimé. De pareilles réactions sont dites endothermiques, car elles absorbent de l'énergie (qui n'est pas nécessairement de la chaleur). Le four doit fournir cette énergie, faute de quoi la réaction ne peut se produire. Il est donc extrêmement important d'amener le four à fournir cette énergie qui peut être considérable. La réduction de l'aluminium, du fer, du zinc, du plomb, etc, que l'on tire de leurs minerais, est un exemple de ces procédés endothermiques; de même, en ce qui concerne la production du carbure de calcium: lorsque le gaz provenant du carbure de calcium entre en combustion, l'énergie libérée est celle que ce corps avait chimiquement emmagasinée au moment de la fabrication. Lorsque l'on fait brûler du fer, du charbon ou de l'aluminium, ces corps restituent simplement l'énergie chimique qu'ils avaient emmagasinée au moment de la réduction des minerais correspondants. C'est pour réaliser de pareilles réactions que l'on utilise très largement les fours électriques. Dans d'autres conditions, on peut aussi emmagasiner de l'énergie hydraulique pour l'utiliser de nouveau au moment où cela est nécessaire.

Pour plus de commodité, on peut diviser les fours électriques en deux groupes généraux : les fours à arc et les fours à résistance.

Dans les fours à arc, la chaleur est produite par le passage d'un courant électrique au travers de l'espace séparant les extrémités de deux élec-

(1) Sous ce titre, la revue américaine *The Engineering Magazine* publie une intéressante étude de M. Carl Hering de laquelle nous extrayons cet article :

trodes et formant ce que l'on appelle l'arc. En franchissant cet espace, le courant crée un passage conducteur pour lui-même en vaporisant la substance des électrodes; par suite, l'arc consiste en une vapeur et il a toujours la température de vaporisation de la substance formant l'électrode; cette substance est généralement du charbon ou du graphite dont la vapeur présente une température d'environ 3400° C, c'est-à-dire une température à laquelle fondent et même se vaporisent toutes les matières connues; il résulte de cette circonstance que les températures des fours à arc sont généralement plus que suffisantes pour toutes les applications. Une autre circonstance qui a son importance, c'est que ces températures élevées se produisent instantanément, lorsque l'arc prend naissance. De plus, cette vapeur a une résistance spécifique très élevée : il arrive donc que le courant, en traversant seulement une très petite partie de la vapeur en question, développe de grandes quantités de chaleur, en outre des températures élevées.

Un inconvénient consiste en ce qu'une partie de l'énergie électrique est dépensée nécessairement dans la vaporisation de la substance de l'électrode; ce n'est point là de la chaleur utile, dans le fait ce n'est aucune chaleur, bien qu'on la désigne, dans la langue populaire, sous l'appellation de chaleur latente; elle ne devient disponible que là où la vapeur se condense de nouveau, ce qui doit toujours se produire, sauf si elle est consommée par combustion.

Le trait caractéristique des fours à arc est qu'ils développent de la chaleur à une très haute température dans un espace fort limité et que cette haute température se trouve atteinte instantanément. Pour la plupart, quoique non sans exception, leurs avantages principaux consistent dans leur tension généralement assez élevée, dans leur température extrêmement haute, dans le fait que l'arc est indépendant de la résistance ou du volume de la matière employée et dans la possibilité d'utiliser cette même matière à froid : c'est le cas, notamment, pour la garniture de la paroi, quand il s'agit de faire fondre des substances extrêmement réfractaires pour lesquelles il n'existe pas une matière, destinée à former la paroi, encore plus réfractaire et chimiquement inerte.

Les quatre fours à arc typiques sont schématiquement représentés sur les figures 144, 145, 146 et 147. Une particularité commune à tous ces fours, c'est que la plus grande partie et parfois même la totalité de la chaleur se trouve transmise par radiation à la matière traitée; cette radiation se propage dans tous les sens et, par suite, quand il s'agit d'échauffer des liquides, une grande partie de la radiation en question atteint les parois et la partie supérieure : par suite, elle n'est pas seulement perdue pour la matière traitée, mais elle peut en outre endommager les organes du four qui sont touchés. De plus, la radiation n'atteindra que les côtés des corpuscules faisant directement face à l'arc et elle ne donnera qu'une action de surface; il résulte de ce fait que, dans les liquides, elle ne peut se transmettre vers le bas que par conduction, ce qui est un procédé nécessairement lent. En outre, l'échauffement d'un liquide à partir du haut ne constitue pas la méthode la plus rationnelle, car alors la chaleur ne peut atteindre la masse de la substance traitée que par le lent procédé de la conduction. Dans tous les fours à arc, l'arc doit être amorcé, ce qui comporte un mouvement rapide de l'électrode et une charge momentanée excessive de la génératrice d'énergie électrique; les électrodes doivent être alimentées et rapprochées continuellement aussi vite qu'elles se consument et il faut réaliser cette opération au moyen d'un dispositif automatique ou par les soins d'un ouvrier se livrant à une surveillance continue; enfin, l'arc peut s'éteindre bien que le fait ne semble pas, dans un four clos, pouvoir se produire aussi facilement que quand le même arc se trouve exposé à l'air.

Dans la figure 144, l'arc est produit au-dessus

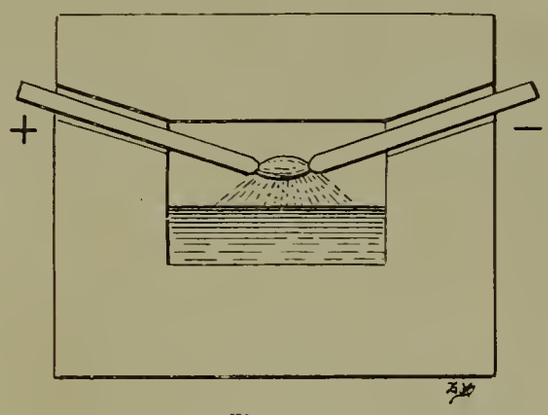


Fig. 144.

de la substance qu'il s'agit d'échauffer, et il transmet sa chaleur par radiation seulement. Le four Stassano primitif pour la fabrication de l'acier, utilisé en Italie, appartient à ce type. Simple de forme, il est applicable aux liquides, il est indépendant de la profondeur de la masse liquide et il se prête parfaitement, dans le laboratoire, à l'échauffement des petites masses jusqu'à des températures extrêmement élevées. Toutefois, il ne semble pas utiliser économiquement la chaleur développée.

Dans la figure 145, la matière traitée passe au

travers de l'arc. Ce système n'a donc qu'une application limitée, mais il semble être, à la fois, très pratique et efficace. Le four Taylor au bisulfure

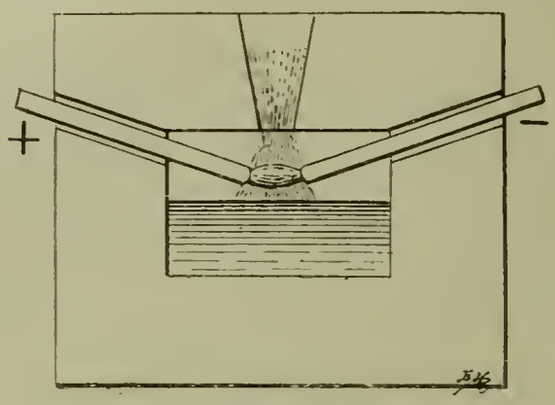


Fig 145

de carbone, qui a donné de très bons résultats pendant de longues années, appartient à ce type; en matière d'utilisation de la chaleur, c'est aujourd'hui, probablement, un des plus efficaces, pour ne pas dire le plus efficace, des fours électriques employés dans l'industrie; au moment de son apparition, au siècle dernier, il était probablement le plus grand four électrique alors existant. Le type représenté figure 145 s'emploie en Californie et en Suède pour la réduction des minerais de fer.

Dans la figure 146, on voit que l'arc est formé entre une électrode et la matière traitée elle-même, ordinairement une masse fondue et liquide. L'ancien four Siemens de 1874 appartient à ce type, ainsi que le four moderne Girod, fréquemment employé en France; dans le four bien connu de Héroult, on rencontre deux ou trois de

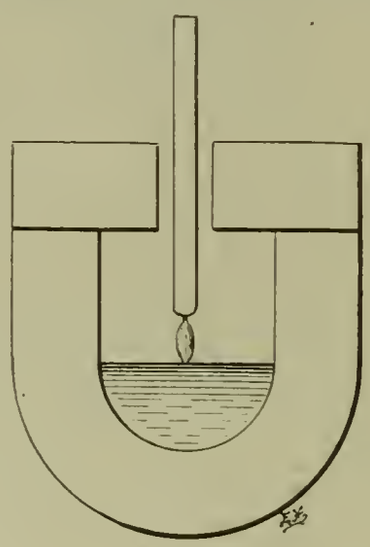


Fig. 146.

ces arcs. Cette forme offre l'avantage que le liquide, constituant une des électrodes de l'arc, est échauffé directement comme une électrode; par suite, il n'est pas nécessaire que la totalité de la chaleur l'atteigne par radiation. Quelle quantité représente cette chaleur directe, voilà ce que l'on ne connaît probablement pas d'une façon exacte, mais on croit que la plus grande partie de la chaleur se trouve produite dans l'arc lui-même par le courant qui traverse le gaz à haute résistance. Dans ce type (fig. 146), la matière échauffée est nécessairement soumise à l'action du carbone porté à des températures élevées, ce qui tend à former du carbure, et il arrive parfois que la température excessive brûle la matière traitée ou vaporise une substance plus volatile, comme le zinc dans le laiton. Le four en question offre pourtant des avantages si nombreux, que c'est là probablement le type le plus répandu; il s'applique à de nombreuses opérations, notamment à certaines pour lesquelles aucun autre type ne conviendrait.

Dans la figure 147, c'est le creuset, et non la matière traitée elle-même, qu'échauffe l'arc. Ce dernier type s'emploie surtout dans le labora-

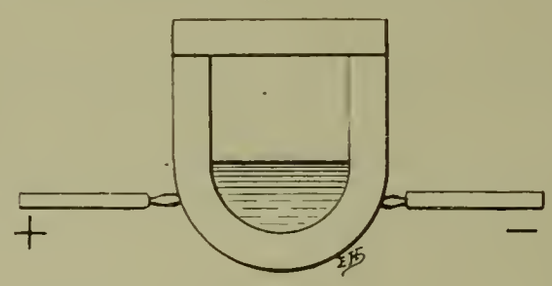


Fig. 147.

toire, lorsque l'on veut mettre la matière traitée à l'abri de la vapeur de carbone de l'arc. La température de la matière traitée n'atteint jamais, naturellement, celle de l'arc lui-même.

Dans les fours à résistance, la chaleur est produite ou dégagée à l'intérieur d'un corps, par suite de la résistance électrique de ce corps, le corps en question constitue la résistance; par suite, si la matière à traiter est la résistance elle-même, la chaleur se trouve produite exactement là où elle est nécessaire, avec une parfaite efficacité de conversion de 100 0 0. Comme cette chaleur n'exige ni radiation, ni conduction, ni convection pour la transmettre, elle peut être produite avec toute la rapidité désirée, avec une rapidité qui est théoriquement illimitée. Elle peut être produite, par exemple, assez vite pour que seulement une petite fraction ait eu le temps de se dissiper dans l'atmosphère ambiante, avant que la matière traitée entre en fusion; dans ce cas, l'efficacité serait très élevée.

D'autres avantages consistent dans la possibilité d'échauffer un liquide à partir de la base, ce qui constitue la méthode la plus rationnelle et la

plus rapide; dans la possibilité d'échauffer une substance, en l'absence absolue d'un gaz chimiquement actif tel que l'oxygène ou d'un gaz contenant du carbone. De plus, les fours de ce type sont, métallurgiquement parlant, absolument purs: en d'autres termes, il ne comportent aucune contamination avec des gaz ou des ingrédients étrangers tels que charbon, cendres, soufre, etc.; enfin leur température peut être réglée avec une grande exactitude; par suite, elle peut ne devenir jamais excessive.

Les désavantages des fours du même type, comparativement aux fours à arc, sont généralement les suivants quoiqu'il y ait des exceptions :

Dépendance entre le courant et la résistance de la matière traitée, résistance qui se modifie grandement avec la température et souvent aussi dépendance entre le courant et le volume de la matière traitée, volume qui change également; la tension généralement plus basse qui provoque une intensité plus élevée; la tendance de la matière traitée à se rompre en un point faible ou à générer des températures locales très élevées en des points présentant des résistances plus fortes; la nécessité d'employer pour le foyer et les parois, un revêtement intérieur réfractaire qui puisse résister aux températures développées et qui ne soit pas, autant que possible, conducteur; enfin l'excitation du courant, lorsque la matière traitée n'est pas conductrice à froid. Mais quelques-uns de ces inconvénients disparaissent dans certaines formes déterminées et ils ne sont pas, par suite, nécessairement inhérents à tous les fours à résistance.

Les fours à résistance peuvent être généralement partagés en groupes, comme le montrent les figures 148, 149, 150, 151 et 152.

Dans la figure 148, la matière traitée est

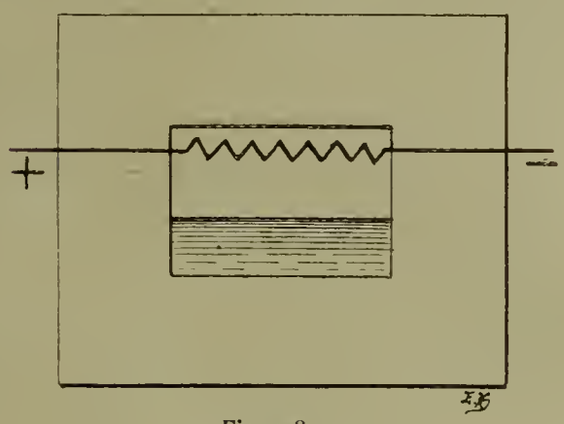


Fig. 148.

échauffée entièrement par la radiation provenant de la résistance que traverse le courant. C'est là une forme très commode qui s'emploie surtout dans le laboratoire, ainsi que pour échauffer les fers à souder, les extrémités des barres de fer employées dans le forgeage, etc., mais, en général, elle ne convient pas dans les grandes industries. Un modèle bien connu est constitué par un tube de matière réfractaire autour duquel on enroule un fil de platine constituant la résistance ou un fil de molybdène protégé par de l'hydrogène; la substance à échauffer est placée dans le tube. Un autre modèle très utile et éminemment ingénieux est le four à vide Arrem dans lequel une hélice en graphite constitue la résistance; cette hélice est protégée par le vide. Les fours en question offrent l'avantage d'être simples, commodes et d'admettre des tensions relativement élevées; leurs inconvénients consistent en ce que leur fonctionnement dépend de la radiation, laquelle agit lentement et se disperse dans tous les sens, sans pouvoir être concentrée sur l'objet qu'il s'agit d'échauffer.

Dans la figure 149, le courant passe au travers

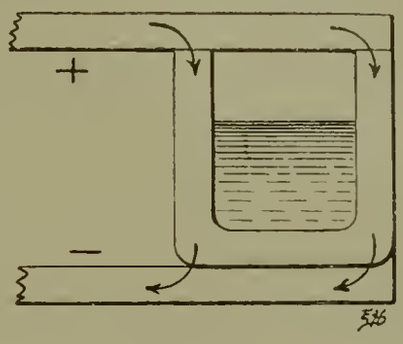


Fig. 149.

du récipient fait, par exemple, de graphite. Ce dernier type est très commode pour les petites opérations. Il peut être échauffé avec une extrême rapidité, ce qui réduit les pertes accessoires. Il offre l'avantage d'être indépendant de la résistivité ou du volume de la charge, et cette dernière peut être même non-conductrice. Le four Helberger représente une forme industrielle de ce type. Quelquefois le creuset est entouré d'une substance conductrice en granules que le courant échauffe. Ce four est souvent et avantageusement employé dans les laboratoires.

Dans les fours que montrent les figures, la chaleur est produite dans la matière traitée grâce à la propre résistance de cette matière; elle pénètre donc la matière en question à son degré d'efficacité le plus élevé possible : 100 0/0.

Dans le four (fig. 150), la matière à traiter est placée dans une conduite entre des électrodes dont les extrémités se rapprochent ou s'éloignent, la charge est entourée d'une substance isolante qui réduit la perte de chaleur. Lorsque la matière traitée est et demeure solide et qu'elle ne change pas de volume, comme dans le cas des fours à

carborundum et à graphite, on peut ainsi atteindre des températures extrêmement élevées. Les fours Acheson, si bien connus, appartiennent

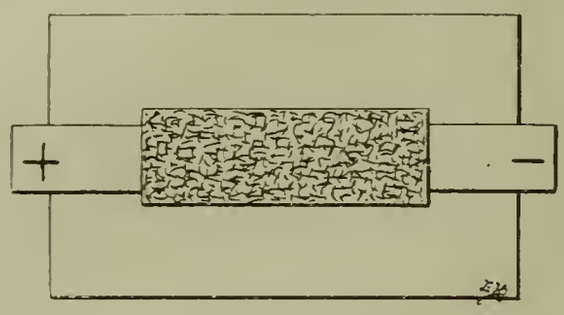


Fig. 150.

à ce type : ils ont rencontré un très grand succès commercial pendant de longues années.

Lorsque la matière traitée est liquide, des difficultés se produisent, et c'est probablement en raison des difficultés en question que les fours de ce type n'ont pas encore trouvé de nombreuses applications. Nécessairement, l'intensité du courant varie considérablement à mesure que le volume s'accroît par la fusion d'une plus grande quantité de la matière traitée; en outre, la colonne liquide tend à se diviser et à interrompre le circuit par suite d'un phénomène électromagnétique particulier que M. Carl Hering a décrit, voilà quelques années et auquel il a donné l'appellation de « pinch effect », appellation sous laquelle il est généralement connu. C'est une force qui, agissant radialement, contracte le conducteur et peut devenir très grande; M. Carl Hering a constaté qu'elle peut interrompre une colonne de fer en fusion jusqu'à une profondeur de 15 cm.

La figure 151 montre une ingénieuse modifica-

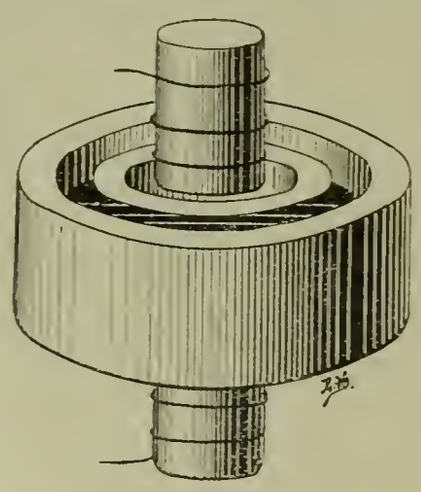


Fig. 151.

tion de ce type. La modification en question a été imaginée voilà environ vingt-cinq ans. Les électrodes terminales, généralement incommodes, y sont remplacées grâce à cette circonstance que l'on produit le courant dans le métal liquide que contient une auge entièrement circulaire, au moyen de l'induction provenant d'une bobine voisine : d'où le nom de four à induction. Ce four s'emploie principalement en Allemagne pour l'affinage de l'acier. Un modèle du même four, présentant la forme du chiffre 8, composé de deux anneaux et comportant l'emploi d'un courant dû à deux électrodes et destiné à accroître la chaleur, est connu sous l'appellation de four Rœcklin-Rodenhäuser. Ses inconvénients consistent en sa construction compliquée et en ce fait qu'on ne peut lui donner de grandes dimensions par suite de son faible facteur de puissance, lequel exige un matériel générateur relativement puissant; par suite, ce four ne peut être surchargé.

Dans le type que montre la figure 152, la chaleur est produite très rapidement dans seulement une partie minime du liquide; on amène ensuite

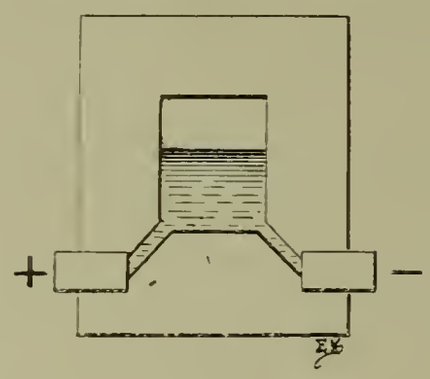


Fig. 152.

cette chaleur à circuler dans le reste du liquide ; par suite, le courant peut être rendu beaucoup moins intense et il demeure indépendant de la profondeur du liquide; en fait, on peut lui donner une valeur à peu près constante. La difficulté réside dans le moyen de produire cette circulation nécessairement rapide, car, à défaut de cette rapidité, les résistances et, par suite, les intensités de courant devraient avoir des valeurs impraticables. Dans la forme de ce type, adoptée par M. Carl Hering et qui est ici indiquée, l'échauffement est réalisé dans les deux petits trous cylindriques, pratiqués près de la base; de ces perforations, la matière échauffée est immédiatement et violemment projetée dans la masse plus grande; en même temps, des parties nouvelles de la matière traitée se trouvent aspirées, ce qui dissémine la chaleur mécaniquement dans toute la masse, et cela d'une manière rapide et indépendante du lent procédé de la conduction. Le flux de liquide pénètre dans la perforation autour de la circonférence de cette dernière en passant par son axe, et l'énergie qui entre en jeu est la contraction électromagnétique dite « pinch effect »

mentionnée ci-dessus; elle agit comme une pompe sans soupape.

Parmi les avantages spécifiques de ce modèle, en outre de ceux appartenant généralement à son type, il convient de remarquer qu'il peut être considérablement surchargé, de manière à chauffer rapidement, ce qui réduit les pertes accessoires et met un petit four de l'espèce en état de fournir un grand débit quotidien. A noter, en outre : la simplicité de construction du dispositif; la possibilité de le combiner avec le chauffage par le combustible le moins onéreux dans le même four ou de l'adjoindre aux fours déjà existants; la possibilité de rendre le foyer hémisphérique, ce qui réduit à un minimum les pertes au travers des parois; l'homogénéité du produit; la rapidité de l'action des scories due à la circulation très énergique; l'emploi d'électrodes permanentes en métal, d'où absence de consommation et moins de pertes en matière d'énergie d'électrodes.

Carl Hering.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ÉCLAIRAGE

Action des lampes à filament métallique sur la vue.

Dans un article qu'a récemment publié la *General Electric Review* de New-York, M. le professeur Elihu Thomson s'exprime comme il suit à propos des lampes Mazda. Une lumière rouge de haute intensité est particulièrement nuisible pour la vue. Les rayons rouges représentent beaucoup plus d'énergie, dans le cas d'une intensité donnée, que les verts ou les bleus, et il semble que la fatigue éprouvée par les yeux dépend, dans une certaine mesure au moins, de l'énergie totale qu'absorbe la surface de la rétine. L'amélioration marquée que présentent les lampes à incandescence depuis la substitution de filaments de tungstène aux filaments de charbon ne consiste pas seulement en l'obtention d'une plus grande quantité de lumière pour la même somme d'énergie; il y a en outre le gain en effets avantageux dus à la proportion atténuée des rayons rouges présents et à l'imitation plus rapprochée de la lumière solaire. — G.

ÉLECTROTHERMIE

Une grande cuisine électrique.

Nous relevons dans l'*Electrical Engineering* les détails ci-après sur une grande cuisine électrique, probablement une des plus vastes de l'Angleterre, qui est exploitée commercialement :

La cuisine en question est située dans une usine de Marylebone Lane (Londres) appartenant à MM. Debenhams; elle sert à la préparation des repas, surtout le lunch et le thé, du personnel de l'établissement. Elle peut satisfaire aux besoins d'un millier de personnes. La fourniture et la préparation des vivres est confiée à une entreprise particulière, à laquelle la municipalité du bourg de Marylebone fournit le courant à raison de 7,5 centimes le kw-heure en été et de 10 centimes en hiver. Cette entreprise, après six mois d'expérience, déclare que les résultats donnés par la cuisine électrique sont excellents, qu'il serait impossible d'exploiter la même cuisine à moins de frais en employant du charbon ou du gaz comme source de chaleur.

L'ensemble de l'installation électrique peut absorber environ 160 kw. Les différents appareils de cette installation sont les suivants : dans la cuisine elle-même, sept fours électriques de 60 × 65 × 52,5 cm absorbent chacun 7 kw au maximum, avec deux petits et un grand dressoirs chauffés par la chaleur que ces fours dégageraient autrement en pure perte. Un dressoir de chauffe, absorbant 6 kw, se trouve installé dans la salle à manger; il contient six rayons pour maintenir chauds les vivres des employés qui préfèrent apporter eux-mêmes du dehors leurs provisions; l'espace disponible pour le chauffage, sur chacun de ces six rayons, est de 17,5 × 65 × 37,5 cm. Dans la salle de service, on rencontre encore deux dressoirs de chauffe, chacun mesurant 100 × 57,25 × 57,25 cm, absorbant environ 4 kw et portant, dans leur partie supérieure, des plateaux pour découper les pièces de viande cuites, puis 3 théières, chacune d'une contenance de 18 litres. Dans la cuisine elle-même, on trouve encore une étagère portant deux bouilloires électriques qui fournissent de la vapeur à trois marmites à légumes et permettent ainsi de cuire 4 à 5 quintaux de pommes de terre à l'heure. Ces bouilloires absorbent chacune environ 10 kw. Au-dessous des bouilloires en question, l'on voit une rangée de quatre casseroles permettant de cuire des viandes, des poudings, des légumes, etc. Les casseroles en

question consomment chacune environ 7,5 kw. On trouve enfin une plaque chaude de 90 × 45 cm, destinée à faire bouillir et mijoter les ragoûts, jus, flans, etc.

Tous les appareils ci-dessus sortent des ateliers de la Compagnie British Prometheus de Birmingham; ils sont pourvus des organes de chauffage qu'a fait breveter cette entreprise et qui consistent en de minces pellicules métalliques déposées sur des lames de mica.

En outre de l'outillage précité, on rencontre encore, dans la même cuisine, un gril électrique consommant 3 kw et présentant un espace, aménagé pour la cuisson, de 57,5 × 30 cm, qui a été fourni par la Compagnie General Electric, ainsi qu'une grande poêle à frire de 60 × 60 × 11,5 cm, pouvant cuire de 300 à 400 poissons à l'heure. Ce dernier appareil sort des ateliers de MM. Purcell et Nobbs.

Pour l'alimentation d'environ 400 personnes, la consommation d'énergie de l'ensemble de l'installation s'élève à 120 — 130 kw-heure par jour.

Pour chaque appareil ou groupe d'appareils, on a aménagé un petit tableau de distribution, avec un coupe-circuit fusible; en outre, le circuit spécial à chaque appareil porte des commutateurs séparés, des fusibles et des indicateurs de courant. De cette manière, chaque appareil peut être surveillé séparément; la quantité de chaleur employée peut être constatée d'un coup d'œil, et le dérangement survenant à un appareil quelconque n'entrave pas le fonctionnement des autres. Les fils se rendant aux tableaux de distribution passent dans des tubes en acier; à partir de ces tableaux, tous les fils reliant les appareils sont enfermés dans des tubes métalliques flexibles et pourvus de douilles d'une espèce particulière permettant une mise à la terre parfaite. — G.

INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

Situation économique, en 1911, des fabriques allemandes de spécialités électriques.

Sous le titre qui précède, l'*Electrotechnische Angeizer* publie un rapport étendu, duquel nous détachons les passages suivants :

L'année 1911 a été favorable pour la plupart des fabriques allemandes de spécialités électriques. Ces établissements ont pu augmenter leur vente aussi bien en Allemagne qu'à l'étranger. Le fait est dû, dans une certaine mesure au moins, à la grande activité de l'industrie du bâtiment qui a été favorisée par les chaleurs estivales de 1911 et par la température clémente de la première partie de l'hiver suivant. Les exportations ont été un peu moindres qu'en 1910. Il devient de plus en plus difficile à l'industrie électrotechnique allemande de maintenir les positions par elle acquises sur les marchés du dehors, car les industries similaires de l'étranger, protégées par les droits d'entrée élevés qu'ont adoptés leurs pays respectifs, se développent toujours davantage. Il convient de signaler notamment le Japon et surtout la Suède, qui viennent d'adopter des tarifs de douane nouveaux et ayant un caractère prohibitif. On peut prévoir que l'exportation d'articles électriques en destination de la Suède par exemple, laquelle a été si importante jusqu'ici, va, dans un prochain avenir, sensiblement diminuer.

Les prix de vente, malgré des conjonctures essentiellement favorables, ont dessiné un nouveau mouvement de recul... Cet inconvénient a pu être compensé en partie par une meilleure fabrication et par un débit plus considérable.

Les conditions de la main-d'œuvre ont été, en 1911, sensiblement plus défavorables que durant l'année précédente, par suite des grèves partielles, des lock-out dont a eu à souffrir l'industrie métallurgique, etc. On a constaté partout une insuffisance regrettable dans les disponibilités de la main d'œuvre professionnelle.

La situation des branches les plus importantes de la construction se consacrant aux courants industriels donne lieu aux remarques suivantes :

Les usines construisant des machines électriques ont eu à faire face, généralement, à de très fortes commandes; mais, dans cette branche, les prix de vente peu rémunérateurs adoptés par les grandes entreprises ont particulièrement exercé une influence néfaste. L'établissement de nombreuses stations centrales intercommunales a donné aux affaires une vive impulsion, bien que les nombreux monopoles, publics et dissimulés, qui s'abritent derrière les stations de l'espèce, aient opposé plus d'un obstacle à l'activité des fabriques spécialistes. Les chaleurs de l'été dernier ont particulièrement favorisé la vente de ventilateurs. L'industrie minière devient une cliente toujours meilleure pour l'écoulement des produits électrotechniques. On doit cependant constater, et c'est regrettable, que les entreprises minières de l'Etat marquent une préférence injustifiable pour les articles présentés sur le marché par les grandes maisons de construction.

La branche des câbles et fils isolés a été également appelée à déployer une grande activité. Pourtant, on continue à observer une surproduction dans la fabrication des câbles sous plomb, surproduction dont les effets, quelque peu atténués en Allemagne même par l'existence du cartel pour les câbles, se font sentir avec d'autant plus d'acuité à l'étranger. Il faut espérer que les prix de vente, en ce qui concerne les fils isolés, sont descendus à leur chiffre le plus bas. Malheureusement, toutes les tentatives faites pour amener un accord entre les fabricants de cette spécialité ont jusqu'ici échoué.

La branche des appareils à courants industriels et des matériaux d'installation correspondants a reçu également, dans son ensemble, d'importantes commandes. L'inconvénient résultant d'une nouvelle réduction des prix de vente a pu être encore compensé, partiellement du moins, par une vente plus grande et par l'application de procédés de fabrication plus rationnels. Pourtant l'augmentation des cours, en ce qui concerne les produits semi-bruts en porcelaine et le laiton, a fait sentir son influence sous une forme très fâcheuse. Les prix de vente peu satisfaisants sont dus en première ligne aux agissements des petites fabriques nouvelles qui ont cherché à se procurer une clientèle en vendant au-dessous des cours rémunérateurs.

L'industrie des lampes à incandescence, en 1911 également, n'a pas donné des résultats satisfaisants. La nouvelle baisse des prix de vente, survenue en octobre dernier, laisse à peine une marge de bénéfices en ce qui concerne les lampes à filament métallique. A cette circonstance fâcheuse viennent s'ajouter les multiples inconvénients de l'impôt qui frappe, en Allemagne, les appareils d'éclairage. L'impôt en question amène les revendeurs à ne conserver par devers eux que des stocks minimes et force les petites fabriques à immobiliser, pour satisfaire le fisc, des capitaux importants qui leur seraient nécessaires comme fonds de roulement et qu'elles ne peuvent recouvrer auprès de leurs clients que de longs mois après le versement, en supportant à elles seules les risques de leurs avances.

De même l'industrie des lampes à arc a eu à souffrir, comme par le passé, de l'impôt sur l'éclairage, car les droits réclamés par le fisc pour les charbons, sont relativement plus élevés que ceux frappant les autres articles d'éclairage. Pourtant l'exportation a donné satisfaction, ce qui prouve le mal fondé des appréhensions de ceux qui redoutaient de voir la lampe à arc entièrement expulsée du marché par la lampe à filament métallique. Même observation pour l'industrie des charbons d'éclairage dont le début, peu satisfaisant en Allemagne en raison des effets pernicieux de l'impôt précité, a donné satisfaction dans le commerce d'exportation.

La branche des appareils de mesure et compteurs a été pleinement occupée, bien que les prix de vente, ici également, n'aient pas toujours donné satisfaction. Les fabriques spéciales de compteurs ont particulièrement à souffrir des efforts que font les grandes entreprises pour accaparer l'établissement des réseaux locaux de distribution et la fourniture des compteurs utilisés pour les stations centrales intercommunales.

La branche des matières isolantes artificielles a travaillé très convenablement, mais de nouvelles entreprises sont intervenues et ont fait baisser les prix. A noter particulièrement la vente importante de tubes isolants à l'étranger; malheureusement, cette branche a eu à souffrir de l'apparition de nouvelles fabriques qui travaillent à meilleur compte.

Encore en 1911, nombre de gouvernements fédéraux ont cherché à arrêter l'extension des monopoles qui tendent à se faire attribuer les travaux d'installation et les fournitures de matériel... Malheureusement, les mesures adoptées n'ont pas eu grande efficacité. Le fait est surtout dû à ce que les fonctionnaires électriciens des services publics ont reçu leur instruction professionnelle dans l'une quelconque des grandes entreprises de constructions et qu'ils acceptent aveuglément les articles fabriqués par ces dernières, sans se rendre compte des conséquences économiques désastreuses que peut entraîner leur partialité.

Par suite, les fabriques spéciales qui occupent au moins 80 000 ouvriers et employés et qui réalisent, elles aussi, des produits répondant aux exigences de la technique moderne, se trouvent à peu près dans l'impossibilité de soumissionner, avec quelque espoir de réussite, lors des adjudications portant sur des travaux d'intérêt général.

Une autre circonstance qui favorise la création de monopoles dans l'industrie électrotechnique, c'est l'accroissement des cas de vente et de location, à de grandes entreprises, des usines électriques communales. Les municipalités, éblouies par un avantage pécuniaire momentané, oublient — malgré l'expérience faite avec les usines à gaz privées — que, par la vente ou la location de leurs stations centrales, elles livrent pour de longues années leurs administrés, en ce qui concerne l'alimentation en courant électrique, à la merci des entreprises privées, lesquelles ne travaillent que dans le seul but de retirer de leurs efforts un bénéfice pécuniaire immédiat. Ce manque de prévoyance aura des conséquences de plus en plus fâcheuses à mesure que se développera davantage l'emploi de l'électricité pour les besoins domestiques et pour ceux de l'agriculture, des petites et grandes industries. — G.

TRACTION

Action du courant électrique sur le béton simple et le béton armé.

La *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* enregistre le résultat d'expériences exécutées par le commissariat du royaume de Saxe pour les chemins de fer électriques en commun avec la maison Dyckerhoff et Wydmann de Dresde à propos de l'influence qu'exercent les courants sur le béton. Ces expériences ont fait constater :

1° Que le béton de ciment a un chiffre négatif de température, c'est-à-dire que sa résistance électrique diminue à mesure que la température

augmente et qu'elle s'élève à mesure que la température baisse;

2° Qu'avec des tensions et des densités relativement élevées, la résistance prend des valeurs telles que le béton sec ne peut être considéré comme un isolant;

3° Que la masse de béton étudiée, quand elle est traversée par un courant, présente une diminution de compacité de 21 à 37 0/0;

4° Que les amollissements qu'on a cru observer lors de recherches antérieures ne se manifestent pas, mais qu'on a constaté dans un cas aux pôles positifs, après un passage du courant d'une durée de 36 heures, des gerçures provoquées par l'action du fer qui, en s'oxydant, avait éprouvé une dilatation.

Comme, dans les masses de béton armé, à la diminution de compacité due à l'élimination de l'eau viennent s'ajouter les risques résultant d'une formation électrolytique de fissures, la Faculté des sciences de l'Université de Melbourne s'est livrée, à ce sujet, à des recherches qui ont conduit aux constatations suivantes :

1° La décomposition électrolytique du fer logé dans le béton se produit à l'anode;

2° Même le ciment pur ne peut protéger efficacement le fer contre cette décomposition;

3° Dans l'eau chargée de sel, des blocs de béton éclatent et laissent passer un courant qui provient des ferrures ou se rend aux mêmes ferrures;

4° Le béton se comporte comme un électrolyte;

5° Même les courants de faible intensité (0,1 ampère) produisent des effets désastreux;

6° La résistance du béton augmente en proportion inverse de l'addition de sable.

Une comparaison des études effectuées à Dresde et à Melbourne a amené à conclure qu'une influence néfaste du courant sur le béton simple et sur le béton armé n'est pas impossible, mais que cette influence ne se produit que si les conditions sont exceptionnellement défavorables. On a conclu en outre qu'autant que possible il ne faut pas exposer le béton frais à l'influence du courant électrique et qu'il importe de mettre le béton armé à l'abri de l'humidité, afin de prévenir des avaries du chef du courant électrique. — G.

Nouvelles

Utilisation de la Durance et du Rhône.

La Chambre vient d'être saisie, par les ministres de l'agriculture, des travaux publics et des finances, d'un projet portant déclaration d'utilité publique de l'établissement, en Durance, d'usines hydrauliques en vue des irrigations des basses plaines de la rive droite du Rhône et du fonctionnement des entreprises d'hydraulique agricole de la région méditerranéenne. Voici l'analyse de cet important projet, qui a tout d'abord pour objet de déclarer d'utilité publique :

1° L'établissement d'usines hydro-électriques génératrices de force, sur la Durance, entre le confluent du Verdon et le pont de Pertuis;

2° La force produite par ces usines génératrices sera utilisée pour les besoins de toutes entreprises agricoles d'intérêt collectif, notamment les irrigations et les assainissements, dans les départements des Bouches-du-Rhône, de Vaucluse, du Gard et de l'Hérault.

Des décrets en Conseil d'État pourront étendre à d'autres départements du littoral méditerranéen les facilités accordées.

Après satisfaction des besoins agricoles ci-dessus indiqués, les résidus d'énergie pourront être vendus; ils seront livrés aux bornes de l'usine génératrice ou sur les lignes de transport d'énergie.

Sont également déclarés d'utilité publique :

1° La dérivation, en vue de l'irrigation de territoires situés sur la rive droite du Rhône, dans les départements du Gard et de l'Hérault, d'un volume maximum de 19 m³, à prélever sur le débit du Rhône au moyen de deux prises, l'une de 15 m³, au maximum, vers Saint-Gilles; l'autre de 4 m³, au maximum, vers Comps;

2° Les travaux à exécuter en vue de ces irrigations, comportant des canaux principaux alimentés par les prises de Saint-Gilles et de Comps et des usines élévatoires.

Les souscriptions à l'arrosage ne pourront être admises qu'en vue de l'irrigation de cultures autres que la vigne.

Il sera pourvu, par une loi ultérieure, aux dépenses évaluées à 65 millions nécessitées par les travaux prévus, ainsi qu'aux conditions de leur exécution, de leur exploitation et de leur entretien.

Les études définitives pour lesquelles il serait prévu un crédit de 300 000 francs, devront être terminées dans un délai de deux ans.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

L'Exposition de la Société de Physique.

Chaque année, la semaine de Pâques réunit les physiciens de France et de l'étranger, nous conviant à d'intéressantes visites, à des conférences très suivies et à une Exposition dont le succès est toujours très vif.

Le 10 avril, visite à l'usine de la Société de l'air liquide, à Boulogne-sur-Seine, où l'on exploite les procédés G. Claude et dont celui-ci faisait les honneurs, prodiguant ses explications et se mettant à la *portée de tous*, comme dans ses ouvrages si répandus et si appréciés.

Le lendemain, les fervents de l'aviation se rendaient à l'Institut aérotechnique de l'Université de Paris (fondation H. Deutsch de la Meuse), à St-Cyr-l'Ecole.

Enfin le 13, un samedi, les visiteurs se retrouvaient à l'Institut Pasteur, profitant de la rare bonne fortune de pouvoir pénétrer dans ce temple si fermé aux profanes.

Les conférences ont été données :

1° Le 10 avril, par M. Ch. Maurain, directeur de l'Institut aérotechnique à St-Cyr. Il a exposé les recherches expérimentales d'aérotechnique et traité de la navigation aérienne, préparant son auditoire à la visite du lendemain.

2° Aussitôt après cette conférence, donnée dans l'amphithéâtre de l'Ecole polytechnique, M. Ch. Fabry, professeur à la Faculté des sciences de Marseille, succédait à M. Maurain et exposait les recherches récentes sur la largeur des raies spectrales et la théorie cinétique des gaz. Beaucoup des résultats auxquels on est arrivé ont été acquis par M. Fabry.

3° Le 11, dans l'amphithéâtre de physique de la Faculté des sciences, à la Sorbonne, l'auteur de *la Science et l'Hypothèse* expliquait les rapports de la matière et de l'éther, tenant l'auditoire sous le charme le plus élevé.

4° Le 12, M. C.-V. Boys, membre de la Société royale de Londres, émerveillait par les curieuses expériences que permettent de réaliser les « bulles de savon ».

5° Enfin, M. Ch.-Ed. Guye, professeur à l'Université de Genève, nous entretint, le même jour, du frottement intérieur des solides et de ses variations avec la température.

L'Exposition ouvrait ses portes le jeudi 11, à 8 heures du soir et l'après-midi du 12 pour les refermer le soir.

Les années précédentes, on pouvait à peine circuler et s'approcher des stands; certainement il se glissait des non-physiciens dans le public. Peut-être s'en est-on plaint, mais toujours est-il que cette année, le service d'entrée était rigoureux. Aussi circulait-on relativement à l'aise.

Les locaux n'étant normalement alimentés que par le secteur de la rive gauche, le courant continu nécessaire aux exposants était emprunté à une batterie d'accumulateurs de la *Société pour le travail électrique des métaux*.

Rotonde de l'entrée.

Cette société présentait, d'ailleurs, en un stand bien garni, les principaux types de ses éléments. A signaler parmi ceux-ci, les boîtes de petits accumulateurs de 2 à 5 ampères-heure, réunis dans des caisses à huile, au nombre de 44 par caisse. On peut charger ces boîtes sous 110 volts et disposer sous un faible volume de tensions élevées, bien utiles dans nombre d'essais où suffit un débit de 4 à 6 dixièmes d'ampère.

La Société française des câbles électriques Berthoud, Borel et Cie présentait une voiturette équipée pour l'essai des câbles souterrains, *après pose*, essai qui s'effectue sous une tension continue triple de la tension efficace alternative d'exploitation. Lorsque le câble à vérifier a une longueur de quelques kilomètres, comme cela se présente souvent dans la pratique, il faut disposer de transformateurs de plusieurs centaines de kilowatts si l'on veut procéder à l'expérience avec du courant alternatif. Il ne saurait donc s'agir de transporter le matériel sur une simple *voiturette*.

Soit, en effet, un câble dont c est la capacité kilométrique, E étant la tension d'épreuve et $\omega = 2\pi F$ la pulsation. Le courant de charge est $I = E C \omega$. Si la capacité kilométrique du câble est de 0,2 microfarad, I atteint plusieurs ampères aux fréquences habituelles, lorsque la longueur du câble est de quelques kilomètres. Comme la tension d'épreuve E est double de la tension de service et de l'ordre de 20 à 30 kilovolts, le transformateur doit fournir une puissance apparente considérable et avoir nécessairement les mêmes dimensions qu'un transformateur débitant la même puissance en kilowatts.

La voiturette ne transporte qu'un transforma-

teur de 5 kw, utilisé pour fournir une tension continue très élevée au moyen du contact tournant, système J. Delon. Rappelons par la figure 153 en quoi consiste ce système.

Une tige métallique *t* tourne dans son plan autour d'un axe projeté en *c*, entraînée par un moteur synchrone.

Quatre balais fixes b_1 b_2 b_3 b_4, calés à 90° les uns des autres, sont successivement mis en contact avec les extrémités de la tige mobile. En A A' et B B' sont figurés deux condensateurs de capacité C_1 C_2, que remplacent, dans la pratique, les conducteurs du câble à essayer. L'enroulement de haute

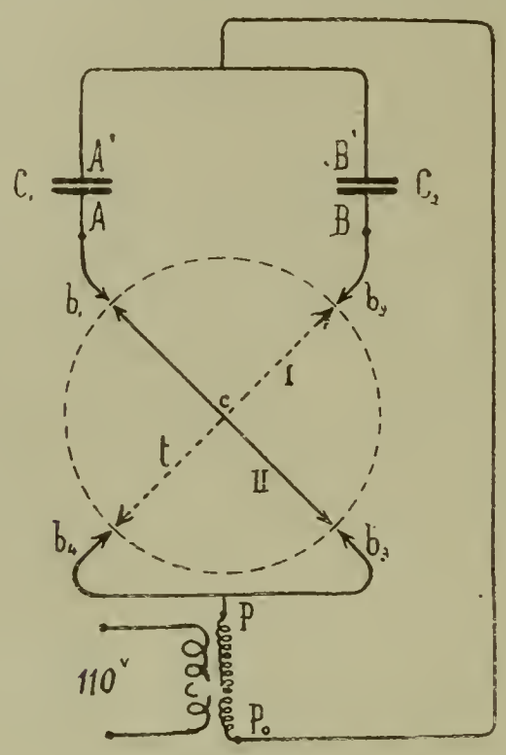


Fig. 153.

tension du transformateur est représenté en $p\ p_0$.

On s'arrange pour que le conducteur *t* tourne à une vitesse angulaire égale à la moitié de la pulsation ω du courant alternatif et on cale les balais de telle sorte que le conducteur *t* se trouve dans la position I, lorsque la tension E aux bornes de $p\ p_0$ est à son maximum positif. Le condensateur C_2 se charge alors à $+ E_{max}$.

Une demi-période après, le conducteur *t* a fait un quart de tour, se trouve dans la position II et le condensateur C_1 se charge alors à $- E_{max}$.

Comme les charges de C_1 et C_2 subsistent après le passage de *t* devant les balais, on obtient aux bornes des deux condensateurs une tension, toujours de même signe, égale à $2. E_{max}$.

Admettons que le transformateur $p\ p_0$ donne 110 000 volts, la différence de potentiel *continue* qu'il peut fournir est $2. 110\,000. \sqrt{2} = 308$ kilovolts.

La voiturette transporte le transformateur d'une puissance de 5 kw, le contact tournant et son moteur synchrone, ainsi que l'appareillage de basse tension pour raccorder le transformateur à une source alternative sous 110 volts.

En usine, on continue à faire les essais de rigidité électrostatique des câbles avec des transformateurs de puissance suffisante; mais, une fois le câble posé et raccordé à ses boîtes d'extrémité, on se contente de l'épreuve sous tension continue. Celle-ci suffit, comme de nombreux essais l'ont démontré, pour constater si le câble posé est resté en bon état et n'a pas subi de détériorations depuis les essais en usine.

Le contact Delon est, en réalité, une sorte de replenisher de lord Kelvin adapté à une source de charge déjà à haute tension par elle-même.

M. Malfitano, voisin de la voiturette Berthoud-Borel, présentait les modèles récents de ses ultra-filtres. Rappelons qu'en principe l'ultra-filtre est formé d'un mince sac en collodion. Il est si impénétrable aux microbes qu'un sac contenant de l'eau stérilisée peut rester plongé indéfiniment dans de l'eau contaminée sans que l'eau contenue puisse se polluer, comme il a été démontré par de nombreuses expériences de vaine culture microbiennes.

Avant de quitter la Rotonde, signalons le magnifique éclairage par tubes au néon associés aux tubes à vapeur de mercure.

Un des tubes fonctionne au néon pur, sous 1500 volts, et donne la lumière orange-or bien connue. L'autre tube au néon contient quelques gouttelettes de mercure. Ce dernier se volatilise lors de l'allumage du tube et on obtient le même effet qu'avec une gigantesque lampe à vapeur de mercure. La couleur violacée de l'un se mariant avec la teinte orangée de l'autre procure une très agréable lumière résultante, fournissant la bougie décimale avec une dépense de seulement 0,6 watt.

Rez-de-chaussée.

M. *G. Lecureul*, ingénieur radiologiste, présentait des appareils nouveaux et intéressants :

1° Un émanateur intensif et automatique de J. Danne. Cet appareil peut débiter à froid, à sec et d'une façon continue, l'émanation du radium ou du thorium; il se compose de deux parties, dont l'une est constituée par une série de canaux annulaires contenant la substance radioactive productrice d'émanation. La seconde partie contient un petit moteur électrique actionnant une turbine, forçant l'air à passer dans les canaux et à se charger d'émanation.

L'appareil permet de saturer rapidement

l'atmosphère d'une salle d'inhalation (radium) ou de faire des inhalations locales et individuelles (radium et thorium).

La charge de radium est de 0,1 mg. et coûte 50 francs.

2° Un appareil producteur d'eau ou de liquides radioactivés, basé sur un principe analogue. Le liquide traverse les longs canaux contenant la substance radioactive.

3° Un émanatomètre à lecture directe de M. J. Danne, instrument donnant par simple lecture sur un cadran divisé, la teneur en émanation d'une salle de respiration radioactive, le débit d'un émanateur et la teneur en émanation des gaz radioactifs dégagés aux griffons des sources thermales. Cet appareil se manie comme un voltmètre, en le branchant sur une tension *continue* de 100 à 120 volts.

4° Un appareil à rayons gamma pour le dosage du radium, logé en ampoule scellée. L'étalonnage peut être vérifié à tout instant grâce à un dispositif qui découvre une petite quantité d'oxyde d'uranium. Le rayonnement de cette matière provoque dans l'appareil une ionisation correspondant à un poids connu de radium.

5° Un électroscope à lunette micrométrique, avec ses accessoires, consistant en un disque d'uranium étalonné, un chargeur à ambre et une solution de radium étalonnée.

6° M. Lecureul exposait encore une série d'ampoules radiographiques du système Baüer avec dispositif de régénération à air.

Ce dispositif permet de régnérer indéfiniment les ampoules devenues dures (trop résistantes) en y introduisant une quantité d'air atmosphérique exactement dosée. Le réglage peut s'effectuer de près ou à distance sans interrompre le fonctionnement de l'ampoule.

Le dispositif est représenté par la fig. 154.

Dans l'ampoule est soudé un tube capillaire plusieurs fois recourbé contenant une plaque poreuse logée dans un petit tube dérivé sur le premier. Celui-ci, rempli de mercure, empêche normalement toute communication entre l'ampoule et la plaque poreuse. En pressant sur une poire à air K, on refoule le mercure, ce qui découvre la plaque poreuse et permet à l'air chassé par la poire de rentrer dans le tube après avoir traversé la plaque poreuse.

On peut ainsi faire rentrer aussi peu d'air qu'on veut et ramener l'ampoule au degré de dureté convenable pour la radiographie ou la radioscopie.

7° Enfin, quelques ampoules Müller, Burger, Gaudelach, Polyphos, Chabaud et des soupapes des mêmes constructeurs complétaient l'intéressant stand de M. Lecureul. Ce constructeur s'est fait aussi une spécialité de réparation des ampoules hors d'usage.

M. *G. Chatelain* présentait toute une série de tubes au néon formés par les procédés *G. Claude*, des tubes de Plücher, de Geissler, de Tesla, de Ramsay et de Collie. Plusieurs de ces tubes sont utilisés au Bureau international des poids et mesures pour des études métrologiques par les longueurs d'ondes. M. Chatelain présentait également divers instruments en verre soufflé tels que burettes graduées, ballons d'Arsonval-Dewar pour l'air liquide, etc.

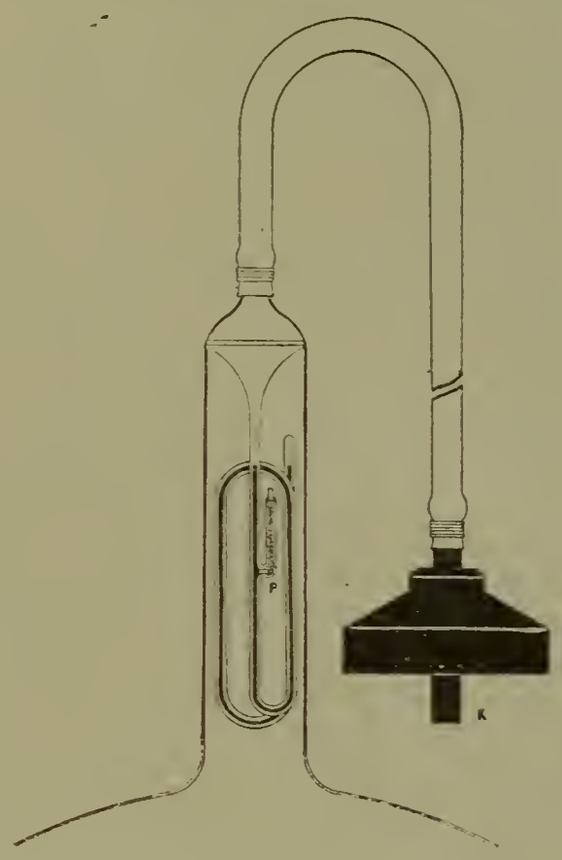


Fig. 154.

La *Compagnie de chauffage et de nettoyage par l'électricité* faisait fonctionner un radiateur électrique pour chauffage et un appareil aspirateur des poussières à grand débit.

Le radiateur présente l'aspect extérieur des radiateurs à eau chaude si universellement employés. Des résistances chauffantes sont logées dans une colonne centrale et l'eau contenue dans les éléments du radiateur vient se chauffer dans la colonne pour aller ensuite rayonner la chaleur emmagasinée. La circulation d'eau s'effectue automatiquement par un effet de thermosiphon.

Un commutateur permet de graduer le chauffage en intercalant dans le circuit, un, deux ou trois des éléments rhéostatiques. Les appareils

sont généralement construits pour 110 volts (courant continu ou alternatif).

La Société des accumulateurs *Heinz* exposait un certain nombre d'éléments de divers types, en général à plaques minces, pour automobiles et allumages de moteurs.

Elle présentait également un redresseur électrolytique du sytème *Oswaldo de Faria* servant à charger les accumulateurs avec du courant alternatif. Dans cette soupape, les inventeurs, après de longues recherches, sont parvenus à réduire au minimum la polarisation intérieure et l'échauffement, ces deux ennemis du clapet électrolytique. Le modèle Oswaldo de Faria est caractérisé par la formation spéciale et préalable de l'électrode d'aluminium et par une circulation automatique de l'électrolyte.

La Société anonyme des appareils économiques d'électricité faisait fonctionner un nouveau modèle de redresseur à vibreur, système *Soulier*. Grâce à des améliorations successives, cet appareil bien connu, a atteint maintenant une puissance de 6 kw. Le tableau sur lequel sont montés le système vibreur et l'appareillage accessoire est très bien étudié; on y remarque les bornes d'amenée du courant alternatif et celles où l'on recueille le continu; ces bornes étant les seules visibles, aucune erreur de montage n'est à craindre.

Grâce à un double vibreur, les deux demi-périodes de l'alternatif sont utilisées.

Remarqué également dans ce stand un exemplaire du *Phasophone*, décrit ici l'an dernier, et qui a pour but de faire connaître d'avance les perturbations qui peuvent se produire sur les réseaux à courant alternatif à haute tension et de prévenir les accidents *avant* qu'ils ne se produisent.

M. *Ch. Beaudouin* expliquait le fonctionnement d'un spectrophotomètre système Ch. Féry. Cet intéressant instrument est spécialement combiné pour les applications à la chimie et sert au dosage de certains métaux par la coloration que produisent dans leurs solutions certains réactifs appropriés. On peut doser, par exemple, le fer dans les eaux minérales et déceler 1 milligramme de ce métal *par litre* d'eau au moyen de la coloration rose que produit l'addition du sulfocyanure d'ammonium.

Remarqué également un spectrographe à prisme de quartz, système Ch. Féry, ainsi qu'une machine à mesurer les clichés. Ces appareils, qui figuraient déjà à l'exposition de l'an dernier, n'ont reçu que quelques améliorations de détail.

M. Beaudouin, qui nous montrait, en 1911, la pompe à vide et à mercure de M. Moulin, a établi un modèle tout en acier, ce qui fait disparaître les critiques de fragilité que méritait le premier appareil où le verre prédominait.

Cette pompe est définitivement devenue industrielle et est appliquée surtout par les fabriques d'ampoules radiographiques et pour faire le vide dans les lampes à incandescence à filament métallique.

Dans cette pompe, le mercure se comporte comme joint étanche, supprimant le graissage du piston ainsi que les espaces nuisibles.

Enfin, le constructeur présentait un grand électro de Faraday pour l'étude de l'effet Zeemann.

Au milieu de la salle du rez-de-chaussée, M. *Mazzo* projetait de jolies photographies, faisant ainsi faire un voyage en chambre à ceux que la physique intéressait moins.

M. *Devaux* montrait et expliquait ses curieuses expériences sur les très minces lames d'huile flottant à la surface de l'eau. Ces lames ont une épaisseur infiniment faible et ne comprennent que quelques molécules. Pour réussir ces expériences délicates, il faut nettoyer l'eau, au préalable, et la débarrasser des poussières, ce qu'on obtient en passant un papier-buvard sur la surface avant d'y déposer la goutte d'huile qui s'étalera ensuite peu à peu.

MM. *Drault* et *Raulot-Lapointe*, spécialisés dans la construction des appareils radiographiques à l'usage des médecins, présentent quelques nouveautés parmi lesquelles nous devons citer :

Une table pour examen radiographique, un appareil à contact tournant pour radiographie rapide et un appareil pour l'examen radioscopique du corps humain.

L'exposition de M. *Gaiffe* va nous retenir un instant, avant de quitter la salle du rez-de-chaussée :

1° *Installation de diathermie.* C'est un chariot transportable, supportant tous les appareils et accessoires nécessaires pour produire les courants de haute fréquence qui, traversant le corps humain, y développent des échauffements internes et locaux. L'éclateur du système Broca est caractérisé par la formation de l'étincelle oscillante dans un milieu gazeux (hydrogène, gaz d'éclairage, vapeur d'éther, etc.) Cet éclateur fonctionne sans bruit et sa puissance est suffisante pour que le corps puisse être traversé par un courant atteignant jusque 4 ampères. Dans cette installation, les condensateurs sont montés suivant le dispositif de M. d'Arsonval.

2° *Installations électrothérapiques à gradation et distribution localisées du docteur Ber-*

gonié. Deux installations étaient exposées; la première peut alimenter simultanément 12 plaques pour l'application des courants.

Un rhéostat général et 12 rhéostats individuels permettent de graduer ces courants ensemble ou séparément et 12 inverseurs rendent possible l'emploi de la polarité désirée dans les divers circuits que le médecin utilise.

En dehors du métronome, cette installation est munie d'une bobine d'induction spécialement construite pour débiter un courant intense et pour pouvoir fonctionner pendant 10 heures consécutives avec une grande régularité, sans échauffement et sans ratés du vibreur.

La seconde installation, d'un modèle plus réduit, n'alimente que 8 plaques; elle est munie des appareils nécessaires pour l'alimentation par courant du secteur.

3° *Ozoneur.* Cet appareil, qui fonctionne également sur le courant d'un secteur (courant continu ou alternatif), permet d'effectuer des inhalations d'ozone ou d'ozoner faiblement l'air d'une pièce. Son volume est réduit et le fonctionnement silencieux. Dans la constitution de cet ozoneur on remarque la source de haute tension, le ventilateur et l'ozoneur proprement dit.

Une simple prise de courant pour lampe à incandescence suffit à l'alimenter.

4° *Le pupitre universel,* étudié et construit par la maison Gaiffe, permet d'alimenter un cautère, une lampe d'opération, fournit les courants continu, ondulatoire, sinusoïdal, de l'air chaud et des vibrations mécaniques, en un mot la plupart des exigences d'un traitement électrique.

5° *Les plaques des docteurs Laquerrière et Delherm,* et le *coussin pneumatique du docteur Belot* sont des accessoires spécialement étudiés pour réaliser le plus parfait contact entre le patient et la plaque électrode, dans les applications de la diathermie.

6° *Le tour électrique de chirurgie,* de la maison Gaiffe, facilite les interventions chirurgicales. Il est muni d'un moteur équilibré, pouvant osciller autour de son centre de gravité et se présenter sous l'angle le plus favorable pour que le flexible portant les outils d'opérations ne gêne pas le chirurgien.

7° *Air chaud.* Une installation montée sur chariot à roulettes alimente la sonde à air chaud de M. Gaiffe, employé pour les cautérisations diverses.

8° *Crédence radiologique.* C'est un meuble élégant qui comprend tous les organes nécessaires à la production des rayons X. La bobine et l'interrupteur ont été tellement perfectionnés que l'onde inverse de la bobine (courant induit de fermeture) est pratiquement nul. Les soupapes Villard sont donc très ménagées et les ampoules à rayons X donnent leur maximum de puissance et sans risque de se dégrader.

9° Le nouveau *commutateur tournant,* que présentait M. Gaiffe pour redresser les courants de haute tension, est devenu plus simple et plus robuste; il redresse le courant avec la plus grande régularité, ne fait pas de bruit et ne donne pas de trépidations.

10° Signalons en dernier lieu le pied-support du *docteur Zimmern* pour écran radioscopique au platinocyanure. Ce pied sert pour les examens radioscopiques et pour l'orthodiagraphie. Un crayon est rendu solidaire des déplacements soit de l'ampoule à rayons X, soit de l'écran radioscopique. Les choses sont disposées de manière que le crayon indique toujours sur l'écran le point d'émergence du rayon qui lui est normal.

Entresol.

M. *Cogit et Cie* présentaient un microscope métallographique et un microscope muni d'un oculaire double permettant à deux personnes d'observer en même temps une même préparation. Un index mobile sert à fixer les points de la préparation sur lesquels porte l'observation.

Nous n'insistons pas sur divers autres appareils d'optique du même constructeur.

M. *Ch. Féry,* qui devait exposer une bombe thermo-électrique pour la mesure instantanée du pouvoir calorifique des combustibles, a dû se contenter d'en présenter un dessin avec notice explicative. La température de combustion est mesurée, dans la bombe, par de petits couples thermo-électriques.

La maison *Jobin* exposait de magnifiques appareils d'optique de précision, spectrographe, étalon interférentiel de Pérot et Fabry, etc., etc., et trois gros blocs de Spath d'Islande, appartenant à la Société française d'entreprise en Islande. Ces précieux échantillons pesaient ensemble 80 kg et leur valeur n'est pas inférieure à 30 000 fr.

M. *Pellin* présentait un spectrographe de son système, un chariot micrométrique pour répérage des raies spectrales et un galvanomètre enregistreur de M. Coste, pour la détermination des points critiques avec tracé de la courbe de température.

Les établissements *Gaumont,* qui devaient présenter divers appareils, se sont abstenus au dernier moment, ce que les visiteurs ont particulièrement regretté.

M. *J. Thurneyssen*, successeur de la maison Alvergnat-Chabaud, avait tenu à présenter, comme chaque année, les principaux spécimens des appareils construits récemment par ses soins.

Citons la lampe chronophotographique, le tourniquet chronophotographique et le gazomètre régulateur de MM. *L. Benoist* et *L. de Ricard*; l'actinomètre absolu du Dr *Dupaigne* avec récepteur intégral de M. *Féry*; l'ampoule à rayons X semi-intensifs du Dr *A. Varet*, à gaîne anticathode en iridium pur et gaîne anodique en quartz; l'actinomètre totalisateur enregistreur de M. *Besson* (modèle 1912); l'appareil modifié de M. *Danne* pour dosage de la radioactivité des échantillons radioactifs. Nous décrirons ultérieurement quelques-uns de ces appareils.

Le stand de la maison *Chauvin et Arnoux* a particulièrement retenu notre attention, et nous dirons quelques mots de chacun des appareils présentés cette année.

1° *Mégohmmètre à cadran et à suspension élastique.* Il se compose essentiellement d'un galvanomètre et d'une table de mesure. Le galvanomètre, à cadre mobile suspendu élastiquement, peut subir des chocs sans crainte de détérioration et sa sensibilité correspond à une déviation d'une division pour une intensité de 0,05 microampère, sensibilité réellement très grande pour un galvanomètre de ce genre.

La table de mesure comprend : une source de courant, un réducteur universel dont les sensibilités sont toujours employées dans un ordre croissant, grâce à un ressort qui rappelle la manette (dès qu'on l'abandonne), dans la position de sensibilité minimum, une résistance fixe, s'ajoutant à celle à mesurer et qui permet l'évaluation de résistances de tout ordre, même élevé. Des bornes complètent cette table et servent à y relier le galvanomètre et la résistance inconnue;

2° *Enregistreur à cadran.* Ce nouveau dispositif permet de rendre enregistreurs les divers appareils à cadran pour tableaux (voltmètres, ampèremètres, wattmètres, pyromètres, etc.). L'aiguille est remplacée par un tube d'aluminium de très petit diamètre, siphonnant l'encre contenue dans un réservoir placé au centre de rotation et amenant cette encre à une plume constituée par un point enserrant une matière poreuse.

Cette plume spéciale s'accroche à l'équipage mobile au moyen d'une fourchette et comme le tube est toujours plein d'encre, le système reste équilibré, quel que soit le débit de cette encre.

L'enregistrement n'est pas continu; il s'effectue par pointés successifs sur un diagramme circulaire occupant la place du cadran habituel.

Le mouvement horaire entraîne sans jeu, par l'axe de son barillet, la feuille diagramme et une came, fixée sur l'un des mobiles du rouage, soulève toutes les 30 secondes l'étrier mobile qui force la plume à marquer un point sur le diagramme.

L'aiguille porte-plume est donc entièrement libre dans les intervalles où elle n'inscrit pas. Enfin le centrage de la feuille de papier diagramme s'obtient en faisant coïncider dans trois encoches du papier, une circonférence tracée sur le diagramme, avec un cercle de repère gravé sur le fond de l'appareil.

3° *Pyromètre étalon portatif.* Le pyromètre est constitué par les couples thermo-électriques industriels de MM. Chauvin et Arnoux (fer constantan) et peuvent supporter jusqu'à 1400°C. Le galvanomètre, gradué en températures, est à cadre mobile spécialement établi pour les usages pyrométriques. La résistance de l'appareil indiquant jusque 1000°C est de 100 ohms. Un bouton de correction, commandant un shunt magnétique réglable, sert à corriger les erreurs dues aux variations de la température ambiante. Celle-ci est lue sur un thermomètre et on fait marquer cette température à l'index du bouton de la correction.

4° *Pyromètre enregistreur à enregistrement discontinu.* — Combinaison du galvanomètre précédent et du dispositif à enregistrement discontinu ci-dessus décrit.

5° *Galvanomètre à miroir.* Ce galvanomètre extra sensible est à cadre mobile suspendu à un fil méplat monté sur un ressort. L'appareil joint la sensibilité à la robustesse et donne une déviation de 1 mm du spot sur une échelle située à 1 m, lorsque le courant est de 0,001 microampère.

6° *Galvanomètre à enregistrement photographique.* Cet appareil, composé du galvanomètre précédent, porte deux miroirs sur lesquels se réfléchissent des rayons émanés d'une fente éclairée par une source lumineuse. Après réflexion sur un des miroirs, la première image de la fente vient tomber sur une feuille de papier sensible entraînée par un mouvement d'horlogerie. Contre le papier sensible se trouve une longue fente perpendiculaire à la première de façon que le papier sensible ne reçoit qu'un point lumineux.

Quant à l'image fournie par le second miroir, elle est reçue sur une échelle divisée et permet de suivre la déviation du galvanomètre par les procédés habituels.

Le rouage est muni d'un échappement à frein de Foucault, dont on peut modifier la vitesse en shuntant magnétiquement l'aimant. Le tambour

enregistreur peut effectuer un tour entre 4 minutes et 4 heures, suivant la position donnée au shunt magnétique, au moyen d'une manette se déplaçant sur une graduation. On peut donc obtenir un tour du tambour en n'importe quelle durée comprise entre 4 minutes et 4 heures.

L'appareil présenté comportait un contact et une sonnerie pour repérer la position du tambour. Les axes de coordonnées, en temps et en intensité, ne sont pas imprimés d'avance sur le papier sensible.

Cette impression s'effectue, au fur et à mesure, au moyen d'une petite lampe électrique fixée sur le galvanomètre et actionnée périodiquement par un métronome à contact.

Ce dispositif fournit un trait toutes les 15 secondes ou toutes les 15 minutes ou en des temps intermédiaires. Les axes de coordonnées se révèlent au développement du papier, en même temps que la courbe enregistrée.

Les divisions en intensités sont obtenues par l'ombre de fils convenablement tendus devant la longue fente parallèle à l'axe du tambour.

7° *Pont de Wheatstone petit modèle.* Ce pont industriel se compose d'un rhéostat régulièrement enroulé autour d'un cylindre isolant sur lequel se déplace un curseur. Les deux parties de rhéostat ainsi délimitées constituent les bras de proportion du pont. La résistance de comparaison est formée de bobines de 10, 100, 1000 et 10 000 ohms, tandis que la résistance à mesurer s'intercale entre deux bornes disposées sur l'appareil.

On remarquera que le curseur permet de faire varier le rapport des bras de proportion de zéro à l'infini; ce rapport est indiqué par une division tracée sur la règle où se meut le curseur.

L'étendue des mesures est comprise entre 0,1 ohm et 1 mégohm.

8° *Pont de Kohlrausch.* C'est le pont ci-dessus auquel est adjoint une petite bobine de Rhumkorff pour produire un courant alternatif, le galvanomètre étant remplacé par un récepteur téléphonique. Ce pont sert à mesurer les résistances polarisables (électrolytes) et des résistances sans self-induction. L'étendue des mesures est de 0,1 ohm à 20 mégohms.

9° *Boussole d'aviation.* L'aiguille aimantée de la boussole porte une rose des vents. Une alidade mobile sert à repérer la position de l'aiguille et peut être orientée séparément, de façon à faire varier la position de la ligne de foi. L'aiguille aimantée est amortie au moyen d'une cage en cuivre rouge comme dans la boussole d'Arago. Pour suivre la route, il suffit de noter, au départ, l'angle que fait cette direction à suivre avec le nord magnétique, d'après les indications d'une carte. On gouverne l'aéroplane de telle sorte qu'un point pris à l'horizon, dans la direction des deux parties verticales de l'alidade, ne se déplace ni à droite, ni à gauche. L'angle indiqué par la partie antérieure du boîtier donne la valeur et le sens de la dérive dont il est facile de tenir compte pour la direction exacte de l'aéroplane.

10° *Girouette d'aviation.* Elle se compose essentiellement d'un niveau et d'une girouette s'orientant dans la direction de la trajectoire suivie par l'aéroplane

On peut ainsi déterminer :

La montée ou la descente (pente en degrés par rapport à l'horizon).

L'angle d'attaque des surfaces portantes (angle des plans avec la trajectoire).

L'inclinaison de ces plans avec l'horizon.

La vitesse de l'aéroplane *par rapport* à l'air ambiant.

Cette dernière mesure est donnée par un anémomètre, dont le moulinet actionne une aiguille, mobile devant une graduation tracée en kilomètres par heure.

M. J. Carpentier exposait également quantité d'instruments des plus intéressants. Parmi ceux-ci, et pour la première fois, une série d'appareils simplifiés et peu coûteux, destinés aux démonstrations et à l'enseignement pratique par des manipulations. Nous félicitons bien vivement la maison Carpentier de cette heureuse initiative qui vient combler une lacune existant chez nos constructeurs français. Depuis de longues années, la maison Hartmann et Braun ne dédaignait pas de s'occuper des appareils de démonstration; son exemple était à suivre.

Les appareils de manipulations sont :

1° Des bobines de résistances graduées de 0,1 jusqu'à 5000 ohms suivant les séries 1, 2, 2, 5 des ponts, les résistances inférieures à 0,1 ohm sont identiques aux shunts d'ampèremètres. Chaque bobine porte une inscription indiquant sa résistance et le courant maximum qu'elle peut supporter.

2° Des combinateurs à 4 bobines.

3° Un galvanomètre à cadre mobile avec miroir. D'une résistance de 200 ohms, le cadre peut être muni de masses additionnelles pour le transformer en balistique.

Cet instrument, avec échelle placée à 1 mètre, permet toutes les mesures habituelles; sa constante est 1300.10^{-10}. La durée d'oscillation est 1 seconde. En balistique, la durée est portée à 3 secondes et la constante est 0,16 microcoulombs.

4° Des échelles graduées translucides, montées sur support en bois.

5° Des clés de contact, interrupteurs et pont à curseur.

Avec ces divers accessoires, on peut monter de toutes pièces un pont de Wheatstone, un réducteur universel, un pont à fil, un potentiomètre, un pont de Thomson, etc. Parmi les autres instruments, citons un galvanomètre à courant alternatif, à cadre mobile, un galvanomètre à corde, un galvanomètre à longue période système Abraham et Villard, un nouveau modèle d'oscillographe Abraham, un électromètre à double plateau, type Abraham et Villard, modèle pour 250 000 volts, un volt-wattmètre de précision, dispositif Riccardo Arno, une série d'appareils de contrôle (voltmètres, ampèremètres, wattmètres, fréquencemètres, etc), des logomètres, des thermomètres et des pyromètres à résistance, système Abraham, enfin un appareil d'Epstein-Armagnat pour l'essai des tôles par la méthode du wattmètre (1).

Les tôles, découpées sous forme de bande de 50 × 3 cm, servent à former un circuit magnétique rectangulaire dont chaque branche est enfilée dans une bobine à deux enroulements, l'un magnétisant, l'autre d'épreuve.

Le circuit d'épreuve, disposé à l'intérieur de l'autre, constitue le secondaire du transformateur ainsi réalisé, le circuit magnétisant formant le primaire.

Le circuit ampèremétrique d'un wattmètre est intercalé dans le circuit magnétisant ainsi qu'un ampèremètre. Le circuit voltmétrique du wattmètre est branché aux bornes du secondaire (circuit d'épreuve), qui alimente également un voltmètre.

Le courant magnétisant devant être sinusoïdal ou presque, il suffit de faire des lectures sur les trois instruments branchés pour connaître l'induction moyenne, et les pertes totales (hystérésis, Foucault, effet Joule dans les bobines). On déduit aisément cette dernière perte. Bien entendu, on doit déterminer le poids du fer essayé, soit 10 kg environ avec les dimensions indiquées, et prendre la moitié des tôles dans le sens du laminage et l'autre moitié dans le sens perpendiculaire.

Aux inductions élevées de 15 000 gauss, une portion notable du champ magnétisant ne pénètre pas le fer, car l'enroulement ne peut pas être effectué à même le métal. Il en résulte une certaine erreur que M. Armagnat corrige automatiquement en ajoutant une bobine de compensation à l'appareil Epstein ci-dessus décrit.

La bobine de compensation est constituée par deux enroulements concentriques constituant un transformateur sans fer. Le primaire de cette bobine est intercalée dans le circuit magnétisant de l'appareil Epstein et le secondaire disposé en opposition avec le circuit d'épreuve, de façon à réduire la tension agissant sur le wattmètre. On règle par construction l'induction mutuelle du transformateur de correction, de manière que la tension induite dans son secondaire soit égale à celle induite dans l'enroulement d'épreuve de l'appareil Epstein par la portion de flux magnétisant développée *hors du fer*, c'est-à-dire entre celui-ci et la bobine magnétisante elle-même.

La correction, soustractive, est rendue ainsi automatique.

M. Aliamet.

(*A suivre.*)

Manuel du Praticien.

Les causes de dérangement des machines électriques. Leur recherche et leur réparation.

I

DYNAMOS GÉNÉRATRICES A COURANT CONTINU

(Suite) (2).

Échauffement anormal des organes de la dynamo.

L'échauffement anormal de certains organes d'une dynamo peut être dû à plusieurs causes qui vont être énumérées.

Cet échauffement est facile à constater, car il suffit de placer la main sur les diverses parties de la machine pour s'assurer si leur température ne dépasse pas les limites admises. Si la main peut supporter le contact, l'échauffement ne présente aucun caractère dangereux; mais, dans le cas contraire, il est indispensable d'en rechercher la cause. Dans le cas où un dégagement de fumée ou une odeur de brûlé viendrait à se produire, ce serait l'indice d'un sérieux dérangement et il faut alors, sans retard, arrêter le fonctionnement de la machine.

Dès qu'une élévation anormale de température

(1) Voir à ce sujet la communication faite par M. Armagnat à la Société internationale des électriciens. — Bulletin de cette Société, p. 365, année 1911.

(2) Voir l'*Électricien*, n° 1109, p. 200, n° 1110, p. 216; n° 1112, p. 248 et n° 1113, p. 266.

se produit dans une dynamo pendant sa marche, il faut localiser le dérangement et voir quel est l'organe qui en est la cause. Il est certain que c'est celui qui chauffe le plus qui doit être défectueux; mais il est assez difficile de le reconnaître pendant la marche, car les autres organes s'échauffent également par conduction.

Le procédé de recherche le plus sûr et le plus rationnel consiste à arrêter la dynamo; on attend qu'elle soit refroidie complètement avant de la remettre en marche. Après quelques minutes de fonctionnement, on l'arrête de nouveau et on tâte avec la main les différents organes, ce qui permet facilement de retrouver celui qui chauffe le plus, car la chaleur n'a pas eu le temps de se propager au delà du point défectueux.

D'une manière générale, lorsqu'une dynamo fonctionne normalement, aucune de ses parties ne doit avoir une température supérieure de plus de 40° C à la température ambiante. Pour évaluer l'élévation de température, il faut, aussitôt après l'arrêt de la dynamo, placer au contact des divers organes un thermomètre que l'on protège contre le rayonnement en le recouvrant de chiffons ou de drap; dans ces conditions, le thermomètre fera connaître les températures des diverses parties de la dynamo avant qu'elles aient eu le temps de se refroidir d'une manière sensible. La température ambiante étant connue, on en déduira l'élévation de température produite par la marche de la dynamo.

Ce premier essai ayant permis de localiser le dérangement dans un des organes de la dynamo : induit, inducteurs ou paliers, il est possible de classer les diverses causes du dérangement comme l'indique le tableau suivant :

A. — Echauffement de l'induit.	*a*). Intensité trop grande dans le circuit extérieur. *b*). Court-circuit dans l'induit. *c*). Pertes dans le noyau de l'induit et dans le collecteur. *d*). Humidité des bobines de l'induit. *e*). Pression exagérée ou mauvaise qualité des balais. *f*). Induit mal centré dans les dynamos multipolaires.
B. — Echauffement des inducteurs.	*a*). Trop grande intensité du courant d'excitation. *b*). Humidité des bobines inductrices. *c*). Court-circuit dans les bobines inductrices. *d*). Pertes dans les pièces polaires.
C. — Echauffement des paliers.	*a*). Graissage défectueux. *b*). Poussières ou corps étrangers dans les paliers. *c*). Arbre faussé, mal dressé ou mal tourné. *d*). Coussinets mal alignés ou trop serrés. *e*). Courroie trop tendue. *f*). Butée du moyeu de la poulie ou de l'épaulement de l'arbre contre les coussinets. *g*). Induit trop rapproché de l'une des pièces polaires.
D. — La courroie et la poulie chauffent.	
E. — Echauffement de tous les organes.	

A] Echauffement de l'induit.

a) *Intensité trop grande dans le circuit extérieur.* — La surcharge de la dynamo détermine un échauffement anormal de l'induit, en même temps qu'il se produit de fortes étincelles aux balais (Voir *Production de fortes étincelles* A § *b*).

b) *Court-circuit dans l'induit.* — Ce dérangement est aussi caractérisé par une forte production d'étincelles aux balais. On procède, pour la recherche et la réparation du défaut, comme il est indiqué en F, production de fortes étincelles.

c) *Pertes dans le noyau de l'induit et dans le collecteur.* — Les pertes dans l'induit, causées par les courants de Foucault et par l'hystérésis, sont dues à un défaut de construction, dont on s'aperçoit lorsqu'une dynamo est mise en marche pour la première fois. Ce défaut a pour effet d'exiger du moteur qui l'actionne une dépense d'énergie plus grande que la dépense normale et se distingue des dérangements qui viennent d'être signalés par le fait qu'il ne se produit pas d'étincelles aux balais. Dans ces conditions, la dynamo doit être refusée au constructeur, car ce défaut ne peut se produire dans une dynamo ayant déjà bien fonctionné.

Dans les dynamos à basse tension, il arrive parfois que le collecteur chauffe parce que ses lames sont trop larges et trop massives. Par suite de l'intensité du courant, il se produit des courants de Foucault. La surface du collecteur devient rugueuse et il se produit des étincelles.

d) *Humidité des bobines de l'induit.* — Lorsque les bobines de l'induit sont humides, la chaleur développée par le fonctionnement de la dynamo produit la vaporisation de l'eau ; l'effet produit est le même que celui

provoqué par un court-circuit dans l'enroulement induit (Voir ci-dessus § *b*).

Pour réparer ce dérangement, il faut enlever l'induit et le placer dans un local chauffé à une température modérée, ou bien encore y faire passer un courant dont l'intensité ne doit pas dépasser celle que la dynamo fournit normalement. Sous l'action du passage du courant, les conducteurs de l'induit s'échauffent et l'humidité disparaît peu à peu.

e) *Pression exagérée sur le collecteur ou mauvaise qualité des balais.* — Le collecteur s'échauffe et la chaleur produite se transmet à l'induit, sans pour cela provoquer la production d'étincelles ou de crachements aux balais.

Il suffit de diminuer la pression des balais pour faire cesser le dérangement qui peut aussi provenir de la mauvaise qualité des balais qui sont trop durs et que, dans ce cas, il faut remplacer par d'autres de meilleure qualité.

f) *Induit mal centré dans les dynamos multipolaires.* — Par exemple, dans une dynamo à quatre pôles, l'induit comporte généralement quatre circuits en parallèle. Par suite d'un mauvais centrage, il peut se produire des différences de tension entre ces quatre sections, d'où résultent des courants d'équilibre interne et des charges différentes dans chacune des sections, d'où production d'étincelles et parfois échauffement très considérable et très rapide de l'induit, même à circuit ouvert. Une dynamo ainsi défectueuse doit être refusée au constructeur.

B] Echauffement des inducteurs.

a) *Trop grande intensité du courant d'excitation.* — Ce dérangement est caractérisé par l'échauffement excessif d'une ou de plusieurs bobines inductrices. Si toutes les bobines s'échauffent également, le dérangement est dû à ce que le courant d'excitation a une trop grande intensité et, dans ce cas, il suffit d'augmenter la résistance du rhéostat de champ. Lorsque la dynamo est à enroulement-série, il faut dériver une partie du courant d'excitation ou diminuer son intensité par tout autre moyen.

Lorsqu'il n'y a qu'une seule bobine inductrice qui s'échauffe d'une manière anormale, on peut en conclure que le défaut provient d'un court-circuit dans une bobine inductrice, et l'on procède alors comme il a été indiqué en C § *d*, cas où la dynamo ne produit pas de courant. Il est utile de rappeler à ce sujet que la bobine inductrice défectueuse s'échauffe moins que celles qui sont en bon état.

Dans une dynamo mise en service pour la première fois, le dérangement peut provenir d'une différence notable dans la résistance des différentes bobines. Pour s'en assurer, il faut mesurer la résistance de chacune d'elles et ne pas accepter la livraison d'une dynamo défectueuse.

Dans les dynamos compound, le défaut peut provenir d'un contact du gros fil en série avec le fil fin de la dérivation.

Enfin, si la tension est trop élevée malgré que la dynamo marche à sa vitesse angulaire normale, ou bien que la tension soit normale avec une vitesse angulaire inférieure à la normale, l'intensité du courant d'excitation est trop grande et, dans ce cas, il faut vérifier si les conditions de marche concordent bien avec les données fournies par le constructeur et inscrites sur la plaque de la machine.

b) *Humidité des bobines inductrices.* — L'humidité a pour effet de diminuer l'isolement, et la résistance d'isolement des bobines inductrices est au-dessous de la normale. Comme dans le cas d'humidité de l'induit, il se dégage de la vapeur d'eau pendant le fonctionnement de la dynamo, et l'on constate avec un ampèremètre que l'intensité du courant d'excitation dans une dynamo en dérivation est plus considérable que d'habitude.

On répare ce dérangement en procédant comme il a été indiqué en A § *d*, cas d'échauffement de l'induit.

c) *Court-circuit dans les bobines inductrices.* — Les bobines mises en court-circuit restent froides, mais les autres s'échauffent par suite de l'augmentation d'intensité du courant d'excitation (Voir ci-dessus *a*).

Dans une dynamo compound, le dérangement peut être provoqué par le contact de l'enroulement en dérivation avec le gros fil de l'enroulement en série.

Pour réparer ce dérangement, il faut rechercher la bobine défectueuse en procédant comme il a été indiqué en C, § *d*, dans le cas où la dynamo ne donne pas de courant. On supprime le court-circuit ou bien on se trouve obligé de procéder à un nouveau bobinage.

d) *Pertes dans les pièces polaires.* — Ce dérangement est dû soit à un vice de construction, soit à des variations d'intensité du courant d'excitation. Lors de la mise en service d'une dynamo neuve, il faut s'assurer si le défaut est dû à un vice de construction ou s'il doit être attribué aux variations de courant. A cet effet, il suffit d'intercaler un ampèremètre dans le circuit des inducteurs et d'observer l'aiguille.

Ces pertes sont dues à la production de courants de Foucault.

Lorsque le défaut provient des variations du courant d'excitation, il a pour cause des contacts défectueux qui laissent passer en partie le courant, car s'ils étaient absolument mauvais, la dynamo ne donnerait pas de courant et l'on retomberait dans le cas indiqué en B dans ce chapitre.

C] Echauffement des paliers.

Quand les paliers d'une dynamo chauffent d'une manière anormale, on peut, dans certains cas, lorsque cela est absolument nécessaire, laisser la machine en fonctionnement en prenant la précaution de refroidir les paliers avec de l'eau ou avec de la glace. Cet expédient ne doit être employé que dans un cas tout à fait exceptionnel et il est préférable d'arrêter la dynamo pour procéder à la recherche du dérangement qui, ordinairement, est dû aux causes suivantes :

a) *Graissage défectueux.* — La plupart des dynamos actuelles sont munies de paliers à bagues. Dans ce système de lubrification, des bagues ayant un diamètre égal à une fois et demie le diamètre de l'arbre, reposent sur cet arbre et sont entraînées par son mouvement de

rotation. La partie inférieure de ces bagues plonge dans un réservoir contenant de l'huile. Le mouvement des bagues entraîne l'huile qui se répand entre l'arbre et le coussinet pour retourner ensuite par simple écoulement dans le réservoir.

Toute cause empêchant cette circulation d'huile compromet le graissage et peut entraîner, par suite, un échauffement exagéré et même le grippement des paliers.

Ce manque de graissage peut provenir :

1° D'une bague qui ne tourne pas. On s'assure d'abord qu'elle repose bien sur l'arbre et qu'aucun corps étranger n'en empêche la rotation. Si on constate qu'elle tourne par à-coups, on en conclut qu'elle est détériorée (ovalisée ou ayant une bavure). Il faut alors la démonter pour la réparer ou bien la remplacer;

2° La bague tourne trop lentement. Ce défaut provient le plus souvent de la mauvaise qualité de l'huile qui est trop visqueuse et oppose, par suite, une résistance trop grande au mouvement de la bague. Dans ce cas, il faut remplacer l'huile;

3° Le réservoir d'huile se vide. Cela peut provenir d'une simple fuite, de projections dues au mouvement trop rapide des bagues ou encore à une aspiration provoquée par la ventilation.

Lorsque l'huile suinte par le joint de l'indicateur de niveau du trop plein ou de la vidange, on remplace la rondelle en plomb destinée à assurer l'étanchéité et on serre fortement l'écrou ou la vis qui la maintient. Si la fuite provient de la porosité de la fonte du réservoir, on garnit ce dernier intérieurement de litharge et, si cela ne suffit pas, on remplace le palier.

Parfois, l'huile entraînée par la bague est projetée contre le couvercle du réservoir et s'échappe par suintement, ce qui provient, généralement, de la trop grande légèreté de la bague, de son trop faible diamètre ou bien d'un jeu trop grand dans la rainure du coussinet, jeu qui ne doit pas dépasser 1 mm. Il faut alors remplacer la bague ou utiliser un dispositif quelconque empêchant les gouttes d'huile d'arriver jusqu'au couvercle.

La rotation de l'organe mobile de la dynamo produit un déplacement d'air qui a pour effet, surtout dans les petites machines, de créer une dépression dans la région voisine de la tête du palier, d'où résulte une aspiration tendant à entraîner les gouttes d'huile qui alors imprègnent les enroulements. Ce défaut est grave, car l'huile a pour effet de détruire plus ou moins rapidement l'isolement des conducteurs. Il faut alors chercher à empêcher que la ventilation entraîne l'air contenu dans le palier, travail délicat qu'il convient de faire exécuter par le constructeur.

Enfin l'huile peut déborder des petits réservoirs qui se trouvent aux extrémités du palier, par suite de l'obstruction ou de l'insuffisance des canaux servant au retour de l'huile dans le réservoir principal. L'élargissement du canal de retour se fait facilement au moyen d'un burin, en ayant le soin d'éviter de trouer le palier ou de projeter des copeaux de fonte dans l'huile. Après cette opération, le réservoir doit être parfaitement nettoyé.

4° Obstruction des rainures de graissage ou des pattes d'araignée du coussinet. On doit alors démonter le palier, procéder à un soigneux nettoyage et, au besoin, agrandir les rainures au burin ou à la lime. Ce travail est assez délicat.

5° Une huile chargée de poussières ou d'impuretés n'assure pas un graissage suffisant. Il faut alors enlever cette huile, nettoyer le réservoir et le coussinet très soigneusement avec du pétrole et employer de l'huile de bonne qualité.

b) Poussières ou corps étrangers dans les paliers. — Il suffit de démonter les coussinets et de les vérifier soigneusement ainsi que l'arbre pour s'assurer qu'il n'y a pas de poussières ou des rayures. Un nettoyage suffit pour réparer le défaut.

c) Arbre faussé, mal dressé ou mal tourné. — Un arbre faussé est facile à reconnaître, car il tourne irrégulièrement et difficilement. On constate ce défaut beaucoup mieux en faisant tourner l'induit à la main, lorsque cela est possible.

Le redressement d'un arbre est un travail délicat et fort aléatoire: il est le plus souvent préférable de le remplacer.

L'examen des parties de l'arbre qui reposent sur les paliers permet de reconnaître s'il est mal tourné ou mal dressé à l'endroit des fusées. Ce défaut est généralement facile à réparer soit en enlevant les bavures, provenant d'un coup, au moyen de la lime fine, opération suivie d'un polissage avec du papier de verre très fin, soit en passant l'arbre au tour.

d) Coussinets mal alignés ou trop serrés. — Ce défaut provient d'un montage défectueux et se caractérise par ce fait que l'arbre tourne difficilement, mais tourne librement lorsqu'on a enlevé les écrous qui maintiennent les coussinets. Si l'axe de l'arbre ne coïncide pas exactement avec celui des coussinets, il se produit un coincement qui provoque l'échauffement des paliers.

Il n'y a, pour réparer ce défaut, qu'à donner du jeu si les coussinets sont trop serrés ou à les déporter légèrement soit latéralement, soit verticalement lorsqu'ils sont mal placés.

e) Courroie trop tendue. — Ce défaut se reconnaît à ce fait que le coussinet du côté de la poulie chauffe plus que l'autre. Une courroie trop tendue provoque une pression absolument exagérée de l'arbre sur son coussinet. Il suffit alors de diminuer cette tension et, dans le cas où l'on constate que la courroie légèrement détendue glisse, il convient de la garnir d'un bon produit adhésif.

Une surcharge de la dynamo peut aussi produire une tension exagérée de la courroie, mais il est facile de s'en rendre compte et d'y remédier en diminuant la charge.

f) Butée du moyeu de la poulie ou de l'épaulement de l'arbre contre les coussinets. — Ces chocs ont généralement pour effet de provoquer l'échauffement des paliers et, lorsqu'ils ont une certaine importance, causer le cisaillement des vis de retenue.

Ce défaut peut provenir de la courroie qui est irrégulière ou mal placée. Certaines courroies ne sont pas bien droites, ce qui a pour effet de déplacer l'organe

mobile de la dynamo suivant son axe. Si le défaut est dû à une couture mal faite, la réparation est facile; mais, s'il est dû à un allongement irrégulier de la courroie, il est nécessaire de la remplacer.

Ce même inconvénient se produit lorsque la poulie motrice et la poulie réceptrice ne sont pas bien en face l'une de l'autre, ce qui entraine l'organe mobile à se déplacer suivant son axe.

Lorsque le socle ou les rails tendeurs ne sont pas parfaitement de niveau, l'organe mobile de la dynamo, sollicité d'une part par son propre poids et, d'autre part, par les attractions magnétiques et l'action de la courroie, se déplace suivant son axe et butte. Dans ce cas, il faut rectifier le montage.

g) Induit trop rapproché de l'une des pièces polaires. — Ce défaut provient d'un vice de construction, dont il est facile de s'apercevoir lorsque l'on met la dynamo en marche pour la première fois. L'induit ainsi excentré est plus fortement attiré par l'une des pièces polaires que par l'autre; les paliers s'échauffent comme si les coussinets étaient mal placés.

On pourrait, à la rigueur, centrer l'induit en déplaçant les coussinets, mais c'est une opération difficile qui peut amener des accidents par la suite.

Une dynamo présentant ce défaut ne doit pas être acceptée.

D] La courroie et la poulie chauffent.

Ce défaut provient du glissement de la courroie sur la poulie et est dû à une surface d'adhérence trop petite.

On peut quelquefois remédier à ce défaut en tendant la courroie, en écartant davantage les poulies motrice et réceptrice ou en en augmentant le diamètre.

En utilisant une courroie plus souple et des poulies plus larges, on supprime le glissement.

Enfin, l'emploi de produits adhésifs spéciaux donne généralement satisfaction.

E] Echauffement de tous les organes.

Par suite d'une ventilation défectueuse, la chaleur développée par les pertes électriques et mécaniques ne se disperse pas.

La ventilation peut être inefficace, parce que le local dans lequel est installée la machine est trop petit ou mal aéré. Il faut, dans ce cas, ventiler le local en examinant soigneusement la disposition du local.

Dans les dynamos que l'on recouvre d'une protection qui la rend plus ou moins hermétique, la ventilation ne peut se produire. C'est le cas des machines recouvertes d'une caisse pour les mettre à l'abri de la poussière ou de l'humidité; dans ces conditions, l'air frais ne peut y pénétrer. Il convient alors de remplacer cette dynamo par une dynamo cuirassée ou bien faciliter la ventilation par une cheminée d'aération ou par tout autre dispositif analogue.

(A suivre).

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE

RECHERCHES

Propriétés magnétiques des alliages.

Le 23 avril dernier, une très intéressante séance s'est tenue à Londres sous la présidence de sir Robert Hadfield dans le but d'examiner un certain nombre de travaux sur le sujet précité; cette séance a été tenue à la société Faraday à laquelle s'étaient joints les membres de l'Institution des ingénieurs-électriciens, de la Société de physique et de l'Institut des métaux. Les études examinées comprenaient celle de M. Vedekind sur l'influence de la magnétisation sur la valence dans les composés chimiques; celle des docteurs Ross et Gray sur les propriétés magnétiques d'une variété d'aciers spéciaux à de basses températures et sur les alliages Heusler; celle du docteur Gumlich sur le matériel du laboratoire magnétique de la Physikalish-Technische Reichsanstall de Charlottembourg. Puis c'est la nature des alliages Heusler, au point de vue physique, par M. Take et au point de vue chimique par M. Heusler; variation des propriétés ferro-magnétiques des alliages Heusler par M. Knowlton, etc. — A. H. B.

ÉLECTROTHERMIE

Quelques applications du chauffage électrique.

Il y a un certain nombre d'applications qui n'ont encore été qu'essayées et que l'on pourrait étudier davantage.

Il en est ainsi pour les presses à estamper, les presses à pierre, les presses à cuir, etc.; ordinairement, le chauffage s'y effectue par le gaz ou le pétrole; mais le chauffage électrique permettrait d'arriver à un rendement supérieur et supprimerait les dangers que présentent les autres procédés.

Dans les buanderies, le chauffage électrique aurait aussi des avantages; le reproche qu'on lui fait est que les appareils ordinaires ne chauffent

pas avec une rapidité suffisante; si le courant était à bas prix, on pourrait aussi l'employer pour le chauffage de l'eau.

Le chauffage électrique serait aussi substitué utilement au chauffage au gaz, au pétrole et à la vapeur pour les cylindres employés dans les industries de la fabrication du papier, dans les industries textiles, etc ; les procédés actuels sont onéreux: ils occasionnent beaucoup de main-d'œuvre et ne sont guère aussi sûrs ni aussi propres que le chauffage électrique.

Il y a déjà sur le continent quelques grandes boulangeries où le chauffage électrique est le seul employé pour les fours; on a aussi mis sur le marché des générateurs de vapeur chauffés électriquement pour des usages spéciaux et les constructeurs revendiquent pour ces appareils un rendement de 90 0 0. — H. M.

La cuisine électrique

Voici, d'après des observations pratiques faites en Angleterre, quelques résultats comparatifs obtenus avec la cuisine électrique, la cuisine au gaz et la cuisine au charbon :

Procédé employé.	Mets préparés.	Poids avant la cuisson.		Perte de poids par la cuisson
		livres	onces	%
Charbon. .	Côtes de bœuf.	5	7	31
»	Gigot de mouton.	8	8	31.7
»	Épaule de mouton.	6	13	25.7
Gaz	Gigot de mouton.	8	4	28.1
Électrique .	» »	9		13.9
»	Épaule de mouton.	4	12	13.1
»	Côtes de bœuf.	9	1	18.6
»	Gigot de mouton.	9	1	15.8
»	Épaule de mouton.	5	10	11.1

TRACTION

Déformation des rails de tramways.

On a déjà beaucoup écrit et beaucoup discuté sur la question de la déformation des rails de tramways, récemment émise devant l'Institution des ingénieurs-électriciens. MM. Schwartz et Cornliffe ont présenté et lu un travail relatif à des recherches intéressantes sur ce sujet. Ils disent d'abord que les conclusions auxquelles sont arrivés les précédents auteurs pendant les dix dernières années, sont basées sur des observations réalisées sur certains matériels roulants et certaines voies déterminées; étant donné les facteurs extrêmement variables qui influent sur ces résultats, MM. Schwartz et Cornliffe disaient qu'il est préférable de généraliser la question en l'abordant par son côté technique, par des expériences en laboratoire reproduisant évidemment les conditions ordinaires de service soigneusement contrôlées. Ils pensent que le meilleur moyen de guérir une maladie est d'établir d'abord un diagnostique correct. C'est pourquoi, tout en reconnaissant les limites qu'on doit attribuer à un travail de laboratoire, ils espèrent que leurs recherches pourront servir de point de départ fructueux à des observations précises et à une étude méthodique de ces déformations et de cette usure des rails sur les lignes de tramways et permettront d'y apporter un remède efficace. Les expériences de MM. Schwartz et Cornliffe ont été effectuées à l'école de technologie de Manchester. Quant à leur étude elle comporte trois parties : 1° expériences à l'aide d'un modèle réduit de voiture dans le but de se rendre compte des effets de glissement et de patinage en freinant sous diverses conditions de charge et de courbures de voies; le modèle était du type Brill à la réduction de 1/20; 2° expériences sur la déformation des métaux sous des effets de frottement et de martelage; 3° expériences et observations sur les voies.

Dans la deuxième partie, les auteurs montrent que les expériences furent effectuées sur des surfaces graissées et non graissées. Dans la troisième partie, ils détaillent les différents profils qu'ils ont obtenus et qui montrent la déformation des rails avec des agrandissements de dix à quarante fois. On trouve alors qu'en général les déformations sont irrégulières, autant comme forme que comme grandeur, et qu'elles présentent des crêtes au niveau de la tête des rails, et des creux en dessous de ce niveau. Les conférenciers montrent à leurs auditeurs des moulages en plâtre qu'ils ont pris de ces déformations; en les comparant avec des rails neufs, on remarque que le métal est repoussé des deux côtés, extérieur et intérieur du rail, et que dans beaucoup d'endroits le côté extérieur du rail est particulièrement usé par le roulement des voitures.

Parmi les nombreux détails donnés sur ces expériences, il en est qui présentent un intérêt spécial aux ingénieurs et administrateurs des lignes de chemins de fer et de tramways, surtout pour ceux qui se sont adonnés à la solution de ce problème. Puis les conférenciers donnent les déductions et les conclusions qui résultent (*a*) de leurs expériences de laboratoire; (*b*) des conditions d'un service pratique. Dans la première de ces deux sections, ils disent que leurs expériences ont démontré l'action d'une ou plusieurs des influences suivantes sur la déformation initiale, à savoir : 1° Saccades et broutage du matériel roulant à son passage sur les petites irrégularités de la surface de roulement ou sur un obstacle quel-

conque lorsque la vitesse critique est dépassée: 2° Écrasement et déplacement de cette surface provenant de la différence existant entre les coefficients de frottement statique et dynamique des surfaces en contact; 3° Vibrations longitudinales du système mobile; 4° Vibrations transversales de l'ensemble mobile.

Le principal facteur qui influe sur l'importance et la grandeur de la déformation est l'effet de martelage provoqué par les saccades de la machinerie motrice; en général, les autres facteurs peuvent être regardés comme étant subordonnés à celui-là et comme influant sur la forme et le degré de régularité de la déformation produite. Dans leur seconde section, les auteurs distinguent entre les déformations visibles et invisibles selon qu'elles sont visibles à l'œil nu ou non. La présence de déformations invisibles semblent être déterminées par certaines défectuosités, mais ne donnent lieu, en pratique, à aucun trouble anormal; elles s'accroissent lentement et ne diffèrent pas sensiblement d'une usure rationnelle du rail. MM. Schwartz et Cornliffe terminent leur travail en concluant, comme il suit, au sujet des déformations dites visibles.

(*a*). La déformation visible est peut-être une augmentation de la déformation invisible se produisant sur toute la longueur du rail; (*b*) cette augmentation peut être due aux variations de la pression spécifique sur la zone de contact entre les roues et le rail, due à la position du bandage des roues relativement au rail; (*c*) la position du boudin de la roue dans la rainure variera selon les conditions suivantes : 1° un contact constant du bandage d'une roue avec la joue ou le tranchant du rail peut être causé par des diamètres inégaux des roues. Par suite de la fréquence de courbes dans une direction sur une route déterminée et l'emploi de voitures spéciales, il n'est pas rare de constater que le diamètre des roues sur un côté de la voiture est plus grand ou plus petit que celui des roues sur l'autre côté.

2° Un contact intermittent du bandage d'une roue avec le tranchant d'un rail peut être causé par des différences entre le coefficient de frottement des deux rails. La roue sur laquelle le frottement est le plus grand tendra à la rendre directrice et à appliquer la roue jumellée contre la joue de rail, ce qui augmentera le frottement de cette seconde roue qui deviendra à son tour directrice; cette suite de changements se continuera avec rapidité et provoquera, par conséquent, une déformation très accentuée.

(*d*) Enfin, les déformations résultant des actions indiquées ci-dessus dans (*c*), s'augmenteront du fait de l'enrayage ainsi produit et de la tendance que présenteront les roues à franchir la jumelle du rail. — A. H. B.

Bibliographie

Les conducteurs d'électricité en aluminium. *Guide pratique pour leur calcul au point de vue électrique et mécanique et pour leur emploi dans l'industrie électrique*, par E. Dusaugey. Un volume, format 24 × 16 cm, de 110 pages, avec 60 figures. Prix : 7,50 fr (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs).

L'aluminium est un métal dont les propriétés sont telles qu'il peut rivaliser avec le cuivre lorsque son cours n'est pas supérieur au double du cours du cuivre. Il y a une douzaine d'années que cette condition a été remplie pour la première fois, et que l'aluminium a pu dès lors être employé économiquement dans l'industrie électrique. On pouvait croire qu'à partir de ce moment le développement des conducteurs d'aluminium allait s'accentuer avec rapidité, mais il n'en fut rien. C'est que, d'une part, la demande devint si considérable que la production devint insuffisante, et que les cours se relevèrent au point de n'être plus intéressants; c'est, d'autre part, que le premier métal livré à l'industrie électrique ne fut pas de l'aluminium pur et que, mal connu dans ses propriétés physiques, il fut employé dans des conditions défectueuses.

Les cours élevés se maintinrent jusque vers le milieu de l'année 1908, mais depuis de nouvelles usines furent mises en service et rétablirent l'équilibre commercial un instant rompu. Il n'y a donc plus à craindre aujourd'hui le retour de prix prohibitifs pour l'emploi de l'aluminium en électricité.

D'un autre côté, les progrès réalisés dans la fabrication ont permis de donner, au métal livré à l'industrie électrique, la pureté chimique qui le rend inaltérable. — Enfin, l'étude plus approfondie de ses propriétés mécaniques et électriques et les résultats acquis dans les applications récemment faites en Europe et en Amérique, ont fait disparaître l'incertitude qui présidait aux premières installations.

Appelé par ses fonctions à calculer et à installer depuis plusieurs années de nombreuses lignes en aluminium, M. Dusaugey a pensé qu'il serait intéressant de grouper en un manuel les valeurs nécessaires et pratiquement suffisantes pour le calcul des conducteurs d'aluminium au point de vue électrique et au point de vue mécanique. Désireux de donner à cet ouvrage un caractère d'utilité immédiate, il a largement développé les représentations graphiques.

Ce travail pourra être utilement consulté par les exploitants et les ingénieurs chargés de l'étude et de l'installation des réseaux électriques et par les ingénieurs et agents de l'administration des télégraphes et du contrôle des distributions d'énergie électrique chargés de l'examen des projets.

Cours pratique d'électricité. *Manuel à l'usage des ouvriers et conducteurs électriciens*, par A. Podevyn, ingénieur. Un volume, format 18 × 12 cm, de 316 pages avec 350 figures. Prix : broché, 4,50 fr. (Paris, H. Desforges, éditeur.)

Le *Cours pratique d'électricité* de M. A. Podevyn est un livre essentiellement pratique dans lequel abstraction est faite de toute théorie non directement applicable dans la pratique courante.

De nombreux schémas, remplaçant les figures de catalogues que l'on rencontre trop souvent dans ces ouvrages, permettent au lecteur de comprendre et de s'assimiler des connaissances en électricité qu'il pourra appliquer immédiatement. Il y trouvera l'indication des moyens à employer pour remédier aux défauts qui peuvent se présenter dans une installation, soit de lampes, soit de dynamos ou de moteurs. Un chapitre très intéressant est consacré aux montages spéciaux de lampes dans les cages d'escaliers, les cafés, etc., où les multiples allumages sont fréquents et parfois difficiles.

Des considérations d'ordre pratique sur le courant alternatif, le calcul d'un courant triphasé et le montage dans les cabines de transformation terminent ce livre dont nous ne saurions trop recommander la lecture à tous ceux, et ils sont nombreux aujourd'hui, qui s'occupent d'électricité.

Formulaire de l'Électricien et du Mécanicien de E. Hospitalier. 26e édition 1912, par Gaston Roux. Un volume, format 18 × 11,5 cm, de VIII-1272 pages. Prix cartonné : 10 fr. (Paris, Masson et Cie, éditeurs.)

Il est inutile d'insister encore une fois sur la valeur du *Formulaire d'Hospitalier*. Il n'est pas d'ingénieur qui n'ait manié ce précieux recueil; il n'est pas d'électricien et de mécanicien qui n'ait journellement besoin d'y chercher un des nombreux renseignements qu'il contient. Son extraordinaire documentation, ses remarquables qualités d'ordre, de clarté, de précision l'ont fait universellement apprécier. Il est, grâce à ses éditions annuelles, tenu au courant des plus récentes applications de la science à l'industrie. Il nous suffira donc d'indiquer les modifications et les additions que contient la nouvelle édition de 1912.

La vingt-sixième édition du *Formulaire de l'Electricien et du Mécanicien* diffère de sa devancière par d'importantes additions qui ont pris la place de documents un peu anciens et d'un intérêt devenu rétrospectif. Il a paru nécessaire d'entrer dans cette voie d'élimination pour ne pas grossir démesurément cet ouvrage qui, sans cela, deviendrait d'une consultation difficile. Les lecteurs n'auront qu'à se reporter aux éditions antérieures pour consulter les documents qui ont dû être supprimés.

Parmi les principales additions, nous signalerons des renseignements intéressants sur les moteurs à combustion interne et sur ceux à explosion; la réunion des lois de fonctionnement des lampes à incandescence à filament métallique; de très utiles tableaux ont été donnés pour le calcul des lignes en aluminium, dont l'emploi commence à se répandre de plus en plus. Les conditions techniques applicables aux distributions d'énergie ont été revisées et ont fait l'objet d'un nouvel arrêté en date du 21 mars 1911. Les « Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques de la première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances » arrêtées par l'Union des Syndicats de l'électricité au début de la présente année, ont remplacé celles de la Chambre syndicale, et, vu leur importance, l'apparition de la vingt-sixième édition a été un peu retardée pour pouvoir les y insérer.

En un mot, l'auteur a fait tous ses efforts pour conserver à cet ouvrage le caractère qui l'a fait si bien apprécier jusqu'ici. Nul doute que l'accueil fait à cette nouvelle édition ne soit conforme à une tradition aujourd'hui bien établie.

Theorie der Elektrizitæt von Dr M. Abraham. Erster Band, Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizitæt von Dr A. Fœppl. (*Théorie de l'électricité, par le Dr M. Abraham. Premier volume. Introduction à la théorie de Maxwell de l'électricité, par le Dr A. Fœppl.*) Quatrième édition, révisée, publiée par le D M. Abraham. Un volume format 220 × 140 mm de XVIII-410 pages. Prix, relié : 11 mark. (Leipzig et Berlin, B.-G. Teubner, éditeur, 1912).

Nous avons déjà eu l'occasion de signaler, dans ses précédentes éditions, le savant ouvrage ci-dessus. La quatrième édition du premier volume, qui vient de paraître, contient plusieurs modifications importantes.

Les applications du calcul vectoriel à la mécanique sont plus brièvement exposées, en sorte que l'introduction à la théorie des vecteurs et des champs vectoriels, donnée au premier chapitre, ne contient plus que les explications nécessaires pour l'intelligence de la théorie de l'électricité.

D'autre part, les questions des forces pondéromotrices et des tensions fictives dans le champ électromoteur ont été plus développées.

La théorie des ondes électriques a été complétée par l'étude de l'effet Kelvin, de la solution de Hertz, et par l'application de cette solution à la radiotélégraphie.

Enfin, dans le dernier chapitre, l'électrodynamique des corps en mouvement n'a été exposée qu'autant que faire se peut sans recourir aux théories modernes, dont la discussion figurera dans le second volume. Pourtant, le chapitre en question contient une étude des phénomènes d'induction dans les corps en mouvement poussée aussi avant que ces phénomènes présentent de l'importance pour l'électrotechnique.

Applications de la télégraphie sans fil, par P. Jégou. Un volume, format 18 × 12 cm, de 67 pages, avec figures. Prix : fr. (Paris, H. Desforges, éditeur.)

L'auteur bien connu comme un spécialiste de la télégraphie sans fil, expose dans son travail quelques applications intéressantes, telles que la détermination de l'heure, la télégraphie sans fil en aéroplane, les radio-phares. Il termine en faisant connaître les causes des troubles divers qui affectent les récepteurs et l'action du jour et de la nuit sur les transmissions radiotélégraphiques.

Nouvelles

Prix triennal (Fondation George Montefiore).

CONDITIONS DU CONCOURS DE 1914

Article 1er. — Un prix, dont le montant sera constitué par les intérêts accumulés d'un capital de 150 000 francs de rente belge à 3 pour 100, sera décerné tous les trois ans, et pour la première fois en 1911, à la suite d'un concours international, au meilleur travail original présenté sur l'avancement scientifique et sur les progrès dans les applications techniques de l'électricité dans tous les domaines, à l'exclusion des ouvrages de vulgarisation ou de simples compilations.

Article 2. — Le prix portera le nom de « Fondation George Montefiore Levi ».

Article 3. — Seront seuls admis au concours les travaux présentés pendant les trois années qui auront précédé la réunion du jury.

Ils devront être rédigés en français ou en anglais et pourront être imprimés ou manuscrits. Toutefois, les manuscrits devront être dactylographiés, et, dans tous les cas, le jury pourra en décider l'impression.

Article 4. — Le jury sera formé de dix ingénieurs électriciens, dont cinq Belges et cinq étrangers, sous la présidence du professeur-directeur de l'Institut électrotechnique Montefiore, lequel sera, de droit, un des délégués belges.

Sauf les exceptions stipulées par le fondateur, ceux-ci ne pourront être choisis en dehors des porteurs du diplôme de l'Institut électrotechnique Montefiore.

Article 5. — Par une majorité des 4/5 dans chacune des deux sections, étrangers et nationaux (lesquels devront, à cet effet, voter séparément), le prix pourra être exceptionnellement divisé.

A la même majorité, le jury pourra accorder un tiers du disponible, au maximum, pour une découverte capitale, à une personne n'ayant pas pris part au concours ou à un travail qui, sans rentrer complètement dans le programme, montrerait une idée neuve pouvant avoir des développements importants dans le domaine de l'électricité.

Article 6. — Dans l'hypothèse où le prix n'aurait pas été attribué, ou si le jury n'avait attribué qu'un prix partiel, toute la somme rendue ainsi disponible devra être ajoutée au prix de la période triennale suivante.

Article 7. — Par application des dispositions qui précèdent, le montant du prix à décerner en 1914 est fixé à 20 000 francs.

Article 8. — Les travaux dactylographiés pourront être signés ou anonymes. Est réputé anonyme tout travail qui n'est pas revêtu de la signature lisible et de l'adresse complète de l'auteur.

Les travaux anonymes porteront une devise qui sera répétée à l'extérieur d'un pli cacheté joint à l'envoi; à l'intérieur de ce pli, le nom, le prénom, la signature et le domicile de l'auteur seront écrits lisiblement.

Article 9. — Tous les travaux, qu'ils soient imprimés ou dactylographiés, seront produits à 12 exemplaires; ils seront adressés franco à M. le Secrétaire-archiviste de la Fondation George Montefiore, à l'hôtel de l'Association, rue Saint-Gilles, 31, Liège (Belgique).

Ils porteront en tête du texte et d'une manière bien apparente la mention « Travail soumis au concours de la Fondation George Montefiore, session de 1911 ».

Le Secrétaire-archiviste accusera réception des envois aux auteurs ou expéditeurs qui se seront fait connaître.

Article 10. — Les travaux dont le jury aura décidé l'impression, seront publiés au *Bulletin de l'Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique Montefiore*. De cette publication ne résultera pour les auteurs ni charge de frais, ni ouverture à leur profit de droits quelconques. Il leur sera néanmoins attribué, à titre gracieux, 25 tirés à part.

Pour cette publication, les textes anglais pourront être traduits en français par les soins de l'Association.

Article 11. — La date extrême pour la réception des travaux à soumettre au jury de la session de 1914 est fixée au 31 mars 1914.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

De quelques applications de l'électricité dans les fermes et les laiteries aux États-Unis.

Par suite du grand développement des entreprises agricoles, ainsi que du coût élevé de la main-d'œuvre, les procédés mécaniques ont généralement trouvé beaucoup de succès dans l'agriculture aux États-Unis; le fermier américain possède donc une grande expérience de toutes les machines agricoles; depuis longtemps aussi, il utilise couramment le moteur à combustion interne; ces deux circonstances l'ont préparé beaucoup mieux que ne le sont ordinairement les agriculteurs des autres pays à apprécier les qualités de la distribution électrique de la force dans la ferme et dans la laiterie. On peut ainsi trouver aux États-Unis un nombre relativement élevé d'installations électriques dans des fermes et dans des laiteries et une particularité à citer est que le plus souvent ces installations ont été conçues par les exploitants mêmes, bien plus que par les constructeurs ou installateurs électriciens. Sans nul doute les applications seraient-elles encore plus nombreuses si, dans beaucoup de régions, on n'avait, jusqu'en ces derniers temps, éprouvé certaines difficultés à se procurer l'énergie électrique; actuellement, cependant, les réseaux de transmission et de distribution d'électricité ont pris beaucoup d'extension, particulièrement dans les États de l'Est; en outre, on a établi de très bons groupes électrogènes de petite puissance, pouvant être laissés à la surveillance du personnel médiocrement préparé à cette tâche dont on dispose communément dans les exploitations agricoles; les petites installations privées, munies d'un moteur à essence ou d'un moteur (même d'une turbine) à vapeur et les installations hydraulico-électriques sont fréquentes; dans ces installations, qui sont exploitées par un seul fermier ou par plusieurs, en communauté, on emploie avec grand succès des turbines hydrauliques à haut rendement actionnant des générateurs réglés automatiquement.

Fig. 155. — Installation électrique pour la traite mécanique par le vide.

Les conditions dans lesquelles la transmission électrique de la force peut être appliquée aux différentes machines et la nature de l'équipement à employer dans la ferme dépendent nécessairement, en tout premier lieu, des circonstances locales. Bien que la solution idéale consiste évidemment à pourvoir chaque machine d'un moteur qui soit exactement approprié au travail à fournir, en pratique, il est souvent économique de se contenter d'un système de commande mixte, avec transmission par groupe ou transmission individuelle; en outre, par le fait que le travail est très intermittent pour différentes catégories d'applications, l'emploi d'un moteur transportable peut avoir beaucoup d'intérêt et il est souvent réalisé; les moteurs transportables sont munis d'une bobine de câble flexible permettant de les relier aux canalisations fixes et de les utiliser à distance de celles-ci, le câble traînant sur le sol ou étant placé sur des supports temporaires appropriés; généralement on adjoint quelques appareils d'éclairage à l'appareil transportable de manière que les travaux puissent être exécutés de nuit. Un type de moteur employé comme appareil transportable est établi sur un traîneau; il ne se différencie pas sensiblement des

appareils du même genre utilisés en Europe : nos constructeurs ont également créé différents modèles de moteurs transportables destinés aux applications agricoles.

On emploie autant que possible le moteur polyphasé à induction, sans bagues ni balais, particulièrement dans les installations ou parties d'installations où peuvent se produire des poussières combustibles ; si cependant le courant continu est imposé, on emploie des moteurs blindés ou bien on place les appareils dans des locaux séparés de ceux qui présentent du danger.

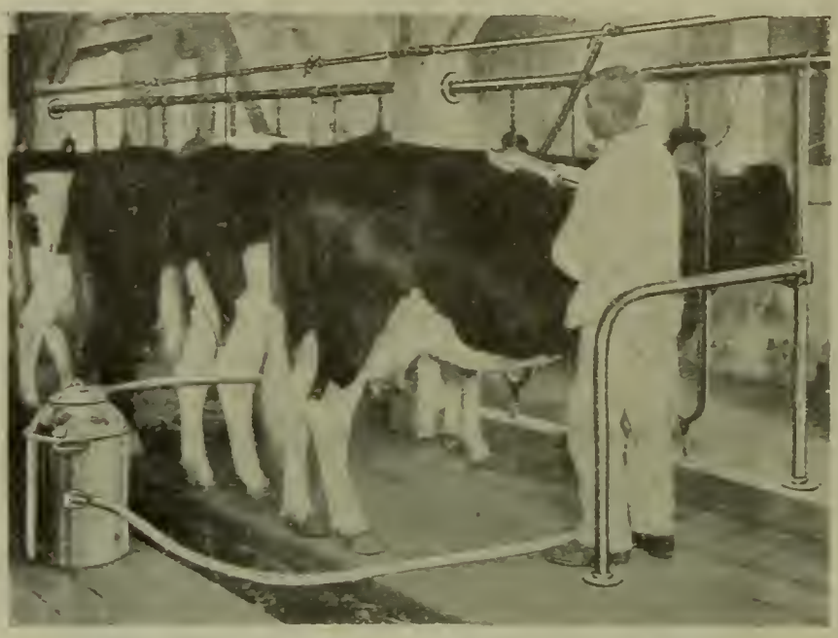


Fig. 156. — Brosse rotative pour nettoyage par le vide.

Généralement, les machines de la grange, en y comprenant les élévateurs, machines broyeuses, etc., sont pourvues d'une commande à demeure ; la commande indépendante est appliquée à toutes les machines qui peuvent avoir à travailler en différents endroits ou qui ne fonctionnent pas d'une façon prolongée.

Pour la laiterie, l'un des avantages principaux du moteur électrique est sa grande propreté ; son peu d'encombrement est également une qualité importante ; parmi les applications les plus intéressantes, il convient de mentionner l'actionnement des machines à traire ; la figure 155 représente une installation électrique pour la traite mécanique par le vide ; comme on peut le constater, le moteur est installé de la façon la plus économique ; étant placé contre le mur, il ne tient aucune place utile ; on peut d'ailleurs supprimer même la courroie de transmission ; il existe en effet des pompes établies spécialement en vue de la commande directe par électro-moteur.

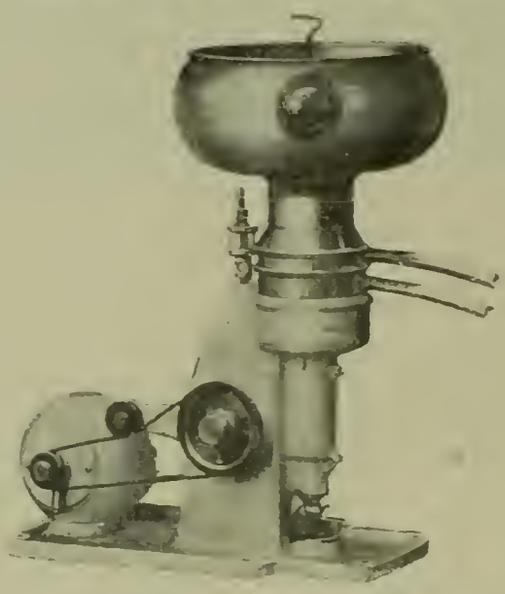


Fig. 157. — Séparateur à commande électrique.

Dans le même ordre d'idées, il y a lieu de citer également l'actionnement de machines à nettoyer par aspiration, que l'on emploie pour l'entretien du bétail ; les pompes employées pour la production du vide sont les mêmes que celles en usage pour la traite, de sorte que l'on peut n'avoir qu'un seul groupe d'appareils pour les deux usages ; le nettoyage par le vide est considéré comme très précieux ; il est bien connu qu'une cause fréquente de contamination réside dans les malpropretés et les poils tombant du pis de la bête dans son lait ; avec les procédés de nettoyage ordinaire, ces matières ne sont pas convenablement enlevées ; elles se soulèvent dans l'atmosphère de l'étable et s'y disséminent pour se déposer ensuite ; dans le nettoyage par le vide, elles sont au contraire entraînées automatiquement et envoyées dans un collecteur d'où elles ne peuvent s'échapper. Le nettoyage par le vide est utilement appliqué non seulement à l'entretien des bêtes laitières, mais aussi, cela va de soi, à celui des chevaux et des autres animaux domestiques de la ferme ou de la laiterie.

Un autre appareil de nettoyage d'un usage assez étendu est la brosse rotative, actionnée au moyen d'un moteur auquel elle est accouplée à l'aide d'un arbre flexible. Le même système de commande est appliqué pour les tondeuses (fig. 156).

Les séparateurs sont actionnés soit au moyen d'un moteur monté directement sur leur bâti, soit à l'aide d'un moteur indépendant s'il s'agit d'une grosse machine ; dans ce cas, le moteur est fixé sur le sol, sur le mur ou au plafond et il est relié

à l'appareil commandé par l'intermédiaire d'une courroie; la transmission par courroie est également appliquée pour les petits séparateurs, mais, afin de gagner de la place, on fait usage de courroies aussi courtes que possible en recourant au besoin à l'usage de tendeurs, comme il est montré sur la figure 157. Certains types de séparateurs permettent l'emploi d'un moteur vertical, monté alors au-dessus de la machine et en faisant partie intégrante.

Pour les barattes rotatives, le moteur peut ordinairement être accouplé directement à la machine; on l'enferme complètement dans une enveloppe; ce mode de commande fournit des appareils d'une grande propreté, qui se prêtent bien à la préparation du beurre dans les conditions les plus avantageuses. Pour les machines à battre de type ordinaire (fig. 158), le moteur agit ordinairement au moyen d'une transmission à courroie ou à l'aide d'engrenages; on réunit, autant que possible, à la machine à battre le beurre, celle qui sert à l'achever et à le travailler. S'il est nécessaire de pomper le lait dans la machine à battre, on utilise dans ce but une pompe centrifuge ou une pompe à pistons; avec le premier type de pompe, on réalise des groupes très compacts, en faisant agir le moteur directement sur l'axe de la pompe; le second type comporte nécessairement une réduction de vitesse par courroie ou par engrenage.

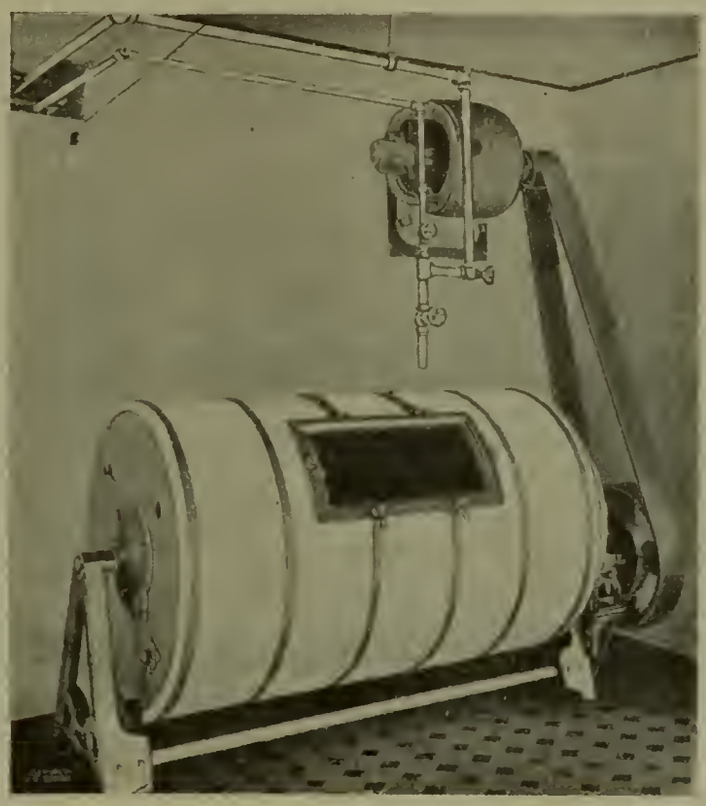


Fig. 158. — Baratte rotative à commande électrique.

On peut admettre qu'en pratique la commande électrique est actuellement avantageuse pour toutes les machines de la laiterie; mais, comme la puissance que ces machines absorbe est généralement relativement faible, il est économique de les réunir toutes, de manière à pouvoir en assurer l'actionnement au moyen d'un même moteur, en établissant une transmission par courroies; les principales applications communément réalisées sont la commande des séparateurs, des stérilisateurs et des pasteuriseurs, etc.

Une application dont on s'occupe activement aussi est l'actionnement des machines à fabriquer la glace; dans beaucoup d'établissements on emploie encore de la glace naturelle; mais cet usage disparaît rapidement et les machines frigorifiques à commande électrique sont déjà introduites, même dans des fermes d'importance secondaire; la plupart de ces installations sont établies pour fonctionner automatiquement, un thermostat assurant la mise en marche et l'arrêt des pompes de circulation, selon que la température monte ou descend; l'utilisation des machines frigorifiques est beaucoup facilitée, même dans les établissements qui doivent produire leur électricité eux-mêmes, grâce à ce que le groupe générateur nécessaire pour l'éclairage suffit largement pour l'installation frigorifique; en effet, c'est surtout pendant les mois d'été que celle-ci est appelée à fonctionner d'une façon prolongée, tandis qu'elle est à peine nécessaire en hiver, de sorte que ses périodes de fort travail coïncident précisément avec les périodes de courte utilisation de l'éclairage artificiel. Cette remarque reste applicable même si la commande électrique est employée pour d'autres appareils, parce que le fonctionnement des machines de la ferme est ordinairement très intermittent; pour la même raison elle est également valable dans le cas d'établissements achetant leur énergie; l'utilisation des différents appareils à commande électrique peut être organisée de manière que la charge soit sensiblement uniforme et répartie à peu près également sur toute la durée de la journée, de sorte que l'électricité est facilement obtenue à un prix avantageux. En beaucoup d'endroits, l'énergie électrique est achetée à des compagnies de traction électrique; ces compagnies trouvent dans la vente de l'électricité à la clientèle des fermes et des exploitations agricoles une source de bénéfices appréciée.

La commande électrique, une fois introduite

pour une application dans un établissement quelconque, s'y généralise bientôt; aussi existe-t-il dès à présent un bon nombre de fermes où elle est utilisée pour l'actionnement des machines-outils dans les ateliers de réparations; dans la plupart des installations de cette espèce, le moteur électrique attaque une transmission à laquelle prennent leur force motrice une scie rotative, une meule, un tour, etc.; la commande individuelle serait naturellement plus avantageuse au point de vue de la dépense d'énergie; mais tous les ateliers n'ont pas l'importance voulue pour que ce système soit pratiquement recommandable; les frais d'acquisition de l'équipement électrique peuvent être trop élevés pour permettre de réaliser l'électrification d'une façon aussi complète.

zaine de machines de cette espèce fonctionnent à présent en Allemagne — il n'y en a pas en Amérique; les constructeurs mêmes qui, par leurs attaches avec ceux d'Europe dont les expériences ont le plus largement contribué à l'avancement de la machine électrique à labourer, devraient être particulièrement portés à recommander l'adoption de ce système font encore certaines réserves quant à son efficacité; il reste, disent-ils, quelques inconvénients à corriger; ils comptent, d'ailleurs, que ces inconvénients disparaîtront prochainement et signalent quelques avantages importants du labourage électrique sur le labourage à la vapeur; l'un de ceux qui pourraient avoir un intérêt spécial est la différence sensible existant, à l'avantage des équipements de labourage électriques, entre le poids de ceux-ci et le

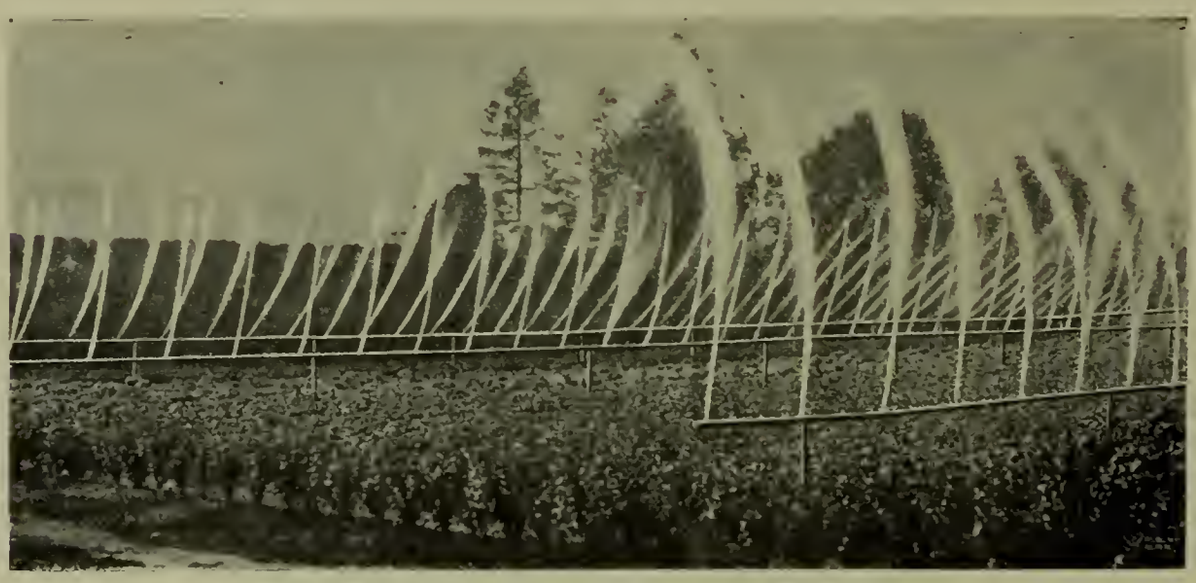


Fig. 159. — Installation d'arrosage à commande électrique.

On a également approprié la commande électrique à l'actionnement des souffleries de forge; les souffleries électriques sont d'un emploi beaucoup plus commode que les souffleries anciennes et elles permettent un réglage beaucoup plus parfait du travail; l'industrie électrotechnique a aussi mis sur le marché de petits marteaux à forger électriques, à l'aide desquels le travail du forgeron se trouve considérablement allégé. L'utilisation de ces outils a un intérêt comparable à celui des petites fraiseuses électriques portatives qui procurent une grande économie de main-d'œuvre.

Chose étrange pour un pays où le labourage mécanique a pris une extension considérable, il n'a guère été effectué, jusqu'à présent, aux Etats-Unis, d'essai de labourage électrique. Tandis qu'en Europe existent déjà quelques installations électriques de labourage — on sait qu'une dou-

poids des équipements à vapeur; les premiers pèsent 50 0/0 de moins que les seconds; le transport sur les routes médiocres, sur les ponts, sur les terrains mauvais en est donc sensiblement plus facile; le prix en est aussi moindre; ajoutons à cela la suppression du laborieux transport du combustible et de l'eau nécessaires avec le labourage à vapeur; la disparition des dangers d'incendie; la diminution des dépenses d'entretien; la simplification des manœuvres et nettoyages; la rapidité du travail, grâce à l'absence de toute période de mise à feu et de mise sous pression, etc.

S'ils sont restés en arrière en ce qui concerne la dernière application dont nous venons de nous occuper; les Américains paraissent, par contre, avoir acquis une sérieuse avance en matière d'installations électriques de drainage et d'irrigation; les différents états de la fédération ont consacré des sommes considérables à la

création de vastes réseaux de canaux d'irrigation et ils ont été secondés dans cette voie par des entreprises privées; dans le passé, toutes les installations exécutées étaient du système à gravité; actuellement, et depuis quelque temps déjà, on en établit qui, à défaut de la méthode à gravité, recourent à l'emploi de pompes électriques; ces installations sont dès aujourd'hui nombreuses et importantes; le moteur électrique y est un agent extrêmement précieux, à raison de ses qualités spéciales sous le rapport de la facilité de mise en marche, d'arrêt et de réglage, ainsi que de son aptitude à fonctionner pendant des périodes prolongées sans demander, pour ainsi dire, de soins d'entretien.

du moteur est contrôlé à distance au moyen d'un interrupteur placé dans la situation la plus convenable pour la facilité du service; des installations de ce genre existent dans différentes exploitations agricoles et dans des serres.

En général, on préfère le moteur électrique aux installations d'aéromoteurs pour l'actionnement des pompes destinées à l'alimentation des fermes, parce que les installations de pompes électriques sont moins coûteuses que celles destinées à l'utilisation de la force du vent, et parce que leur fonctionnement est plus sûr; on fait ordinairement en sorte que le moteur soit placé sous le contrôle d'un indicateur de niveau, de manière que son fonctionnement soit absolument automa-

Fig. 160. — Chariot automobile électrique.

Dans les grandes installations, on utilise ordinairement des groupes comprenant un moteur électrique indépendant; cependant, pour les entreprises secondaires où le fonctionnement des pompes est intermittent, on emploie aussi des moteurs portatifs; la transmission entre le moteur et la pompe se fait alors habituellement par courroie, tandis que dans les autres cas, le moteur est accouplé directement à la pompe commandée. Les installations d'irrigation typiques ne manquent pas. La figure 159 représente une installation en service dans une ferme de l'Etat de New-York, près de Rochester; elle consiste en un réseau de canalisations d'arrosage, placées horizontalement à une dizaine de mètres de distance l'une de l'autre et à une hauteur de 1 à 4 m; ces conduites sont munies de tubulures verticales; elles sont reliées à une pompe centrale qu'actionne un moteur électrique; le fonctionnement

tique et maintienne dans le réservoir une hauteur d'eau convenable.

Les pompes électriques à haute pression sont aussi recommandées comme moyen de protection contre les incendies; les statistiques du gouvernement montrent que, sur 1075 millions de fr de dégâts occasionnés aux Etats-Unis par le feu, 50 0/0 ont affecté des entreprises agricoles, bien que le nombre des sinistres dans ces exploitations soit de 36 0/0 du nombre total. Cet écart provient de ce que les fermes sont généralement très exposées aux dangers d'incendie, et de ce que les moyens de défense y sont insuffisants; les pompes électriques permettraient d'améliorer la situation plus économiquement que l'on ne saurait y arriver avec les installations à aéromoteurs, parce que ceux-ci nécessitent des réservoirs de capacité considérable et entraînent des frais d'installation élevés.

Enfin, il convient de mentionner encore parmi les applications de l'électricité, dont on cherche à provoquer l'introduction dans les entreprises américaines, d'une part, certaines applications thermiques du courant et, d'autre part, l'utilisation des véhicules électro-mobiles; la première catégorie d'usages, tout en étant intéressante, ne présente qu'un intérêt plutôt limité, comparativement à la seconde : les ustensiles de chauffage électrique, que l'on voudrait généraliser, sont, en effet, des ustensiles spéciaux d'un emploi plus restreint, pots à colle, fers à souder, pots de fusion, etc.; nous pourrions citer aussi l'utilisation du chauffage électrique pour certaines applications particulières : dans les chambres à fruits, par exemple, pour hâter la maturité des fruits; des expériences pratiques ont montré l'intérêt commercial de ce système.

Quant à l'utilisation des automobiles, c'est une question digne de retenir l'attention des spécialistes; comme on le sait, un grand mouvement se manifeste aux Etats-Unis pour provoquer la généralisation de l'emploi de l'automobile électrique, non pas, ainsi que l'on pourrait être tenté de le croire, comme véhicule de luxe, mais comme véhicule industriel; dans les grandes villes, ce mouvement s'est traduit d'ailleurs par des résultats pratiques très remarquables; organisée de concert par les centrales génératrices d'électricité, par les constructeurs de matériel électrique, par les fabricants d'automobiles et par les propriétaires de garages électriques, la propagande a remporté de réels succès; l'expérience a mis en lumière que, dans les conditions actuelles, le véhicule électrique est un concurrent très sérieux, et souvent victorieux, de l'automobile ordinaire, comme voiture de remise, par exemple, pour les services urbains.

En agriculture également, le véhicule électrique pourrait rendre des services appréciables; la figure 160 représente un véhicule de ce genre employé dans une exploitation agricole pour faire la moisson; le chariot qui y est montré est un chariot de 3 1/2 tonnes, ordinairement utilisé pour les transports ordinaires, mais auquel on fait appel pendant la moisson pour activer la rentrée des récoltes; l'expérience a fait voir que ce genre de véhicule est très efficace; l'automobile est à même de circuler sur la plupart des terrains de culture; il fonctionne avec une grande célérité et son rendement est des meilleurs.

Signalons pour terminer les applications ou essais d'électro-culture; on n'ignore pas que certains procédés, basés sur l'influence de la lumière électrique sur le développement des fruits, ont donné satisfaction dans la pratique, entre les mains des agriculteurs américains; dans ces derniers temps, on a repris aussi les essais d'électroculture directe; des expériences de ce genre seront probablement organisées dans un avenir prochain par les services officiels : la valeur des produits de l'agriculture américaine atteint aujourd'hui plus de 45 milliards annuellement; le gouvernement trouve que cela n'est point assez; il veut stimuler et activer le développement de l'industrie agricole par les procédés les plus variés.

H. Marchand.

L'Exposition de la Société de Physique.

(Suite et fin) (1).

Premier étage, bibliothèque.

M. *Angebaud* présentait de nouveaux modèles de ses dynamos-transformatrices, avec tableau de mise en marche et d'utilisation, ainsi que quelques autres appareils plus spécialement destinés aux usages médicaux.

Les dynamos-génératrices, formées de deux induits de dynamo à courant continu accouplés et tournant dans un inducteur commun, fournissent des tensions multiples et simultanées. Un des modèles exposé absorbait 110 volts 6 ampères et fournissait 25 volts 7 ampères ou 12 volts 35 ampères. Le courant disponible, indépendant de celui du secteur, alimentait des cautères, des lampes d'opérations, etc. Cette transformatrice est précieuse pour les laboratoires et écoles, car elle peut fournir simultanément 5 tensions différentes, les divers débits étant sans influence les uns sur les autres, ce qui permet la réalisation de multiples expériences nécessitant d'ordinaire plusieurs sources distinctes.

(1) Voir l'*Electricien*, n° 1115, 11 mai 1912, p. 289.

M. *Chardin* exposait un nouveau modèle de pile sèche dont les éléments peuvent se coupler de toutes manières en vue d'usages électro-médicaux.

M. *Grivolas* exposait ses tous derniers modèles de pendules marchant 400 jours sans remontage. La grande difficulté à surmonter pour maintenir si longtemps une marche régulière dépend moins des effets de dilatations subies par le fil de suspension du disque oscillant que des variations considérables de son module de torsion en fonction des variations de température. Grâce à la substitution de l'Invar de M. Ch. Ed. Guillaume à l'acier ordinaire, M. Grivolas est parvenu à réaliser des pendules « 400 jours » dont la marche est parfaitement régulière. Le module d'élasticité de l'invar augmente avec la température au lieu de diminuer comme dans l'acier. On réalise le fil de suspension avec deux morceaux d'invar et d'acier soudés bout à bout et dont le rapport des longueurs est soigneusement déterminé pour obtenir la compensation.

M. Grivolas emploie également une suspension complètement en « invar » et corrige l'écart au moyen d'un système de compensation logé dans le disque oscillant. Le dispositif consiste en une sorte de thermomètre dont la colonne liquide fait déplacer une goutte de mercure vers le centre ou vers la phériphérie du disque oscillant, suivant les variations de température.

M. *Grout Jeune* faisait fonctionner un appareil doseur pour gaz liquéfié contenu sous pression dans des bouteilles en acier. Cet appareil permet de faire sortir du récipient des quantités exactement déterminées du liquide et ce, d'une manière continue ou intermittente, par l'intermédiaire d'un seul organe de commande.

Cet appareil est très employé dans les vineries, pour distribuer l'anhydride sulfureux liquide servant à différer la fermentation des vins L'anhydride est ainsi employé en quantité juste suffisante sans manque ni gaspillage.

M. *Méker*, dont les brûleurs Bunsen perfectionnés sont si connus, exposait quelques nouveaux appareils utilisant ses brûleurs : brûleurs pour spectroscopie, fours à forger, à tremper, à recuire, à cémenter, four à haute température (1650° C) dans lequel les brûleurs sont alimentés par du gaz et de l'air comprimé.

A côté de ces divers fours on voyait :

1° Des creusets *ultra réfractaires* à base de matières argileuses très alumineuses dont le point de fusibilité a été encore élevé par l'addition d'aluminium pur. Ces creusets ne se déforment que vers 1900°;

2° Des appareils (creusets, tubes, nacelles, capsules) en silice fondue. Ces appareils, si appréciés dans les laboratoires, sont obtenus en fondant du quartz au four électrique. Les objets ne sont pas transparents comme ceux obtenus avec le quartz fondu au chalumeau oxhydrique, mais ils sont bien moins coûteux et leurs dimensions peuvent être plus considérables. Les objets en quartz supportent 1800° C et peuvent être brusquement refroidis à l'eau. Ils sont inattaquables aux acides, sauf l'acide fluorhydrique, bien entendu.

3° Des cannes thermo-électriques dont le couple platine-platine rhodié est noyé dans une enveloppe protectrice en silice fondue.

Les appareils pour électricité médicale exposés par M. *G. Lézy* étaient nombreux; citons : le *Combinostat* ou appareil universel donnant tous les courants et modalités utilisés en électrothérapie; un cautère à air chaud et massage vibratoire; un nécessaire transportable du docteur Maingot, avec dispositif pour l'électro-diagnostic; des masseurs électriques, des rectoscopes et œsophagoscopes à source unique pour éclairage interne et externe, modèle de MM. Lion et Bensaude.

M. *Muller* présentait une nouvelle ampoule à rayons X, dont le verre, à base de lithium, résiste mieux que le verre ordinaire aux influences tendant à mettre les ampoules hors service par perforation des parois.

M. *Richard Heller* avait, comme toujours, un stand intéressant et abondamment pourvu.

1° Un galvanomètre à cadre mobile disposé pour être placé horizontalement pour lecture par aiguille, soit verticalement lorsque les lectures se font au miroir. Dans le premier cas, on utilise les vis calantes de l'instrument pour le mettre de niveau. Constantes : sensibilité, 6×10^{-9} ampères; durée d'oscillation, 4,8 secondes; résistance critique d'amortissement, 450 ohms; déviations proportionnelles aux intensités dans toute l'étendue de l'échelle.

2° Un électromètre à cadran servant de voltmètre électrostatique pour basses tensions jusqu'à 50 volts.

3° Un ampèremètre thermique avec nouveau dispositif permettant d'accéder, sur le devant de l'appareil, au fusible de protection que l'on peut ainsi aisément remplacer.

4° Un millivoltmètre-étalon, à lecture directe, modèle transportable, servant de voltmètre ou d'ampèremètre de boîte de contrôle. Du type à cadre mobile, cet appareil est extrêmement précis. Le poids total de l'équipage mobile (cadre, en-

roulement, pivots, aiguille, contrepoids, spiraux), ne dépasse pas un gramme et demi. L'aiguille, qui se termine par une fenêtre à travers laquelle est tendu un fil fin, se meut au-dessus d'une glace antiparallaxe, et les lectures sont faites avec une forte loupe montée sur la caisse qui porte, au centre, un niveau et des vis calantes. L'étalonnage est garanti à 1/10° 0/0, et les effets des variations de température sont entièrement compensés.

5° Un ampèremètre thermique pour courant de haute fréquence, type pour télégraphie sans fil, gradué pour 100 ampères.

Étant donné la haute fréquence, on a fait usage de dispositifs spéciaux pour éviter les courants induits dans les parties métalliques de l'instrument.

Le shunt, qui présente, comparativement au fil dilatable, une impédance considérable en haute fréquence, a été supprimé. L'ampèremètre est sur socle en marbre, et le courant arrive par les bases d'un cylindre pour se répartir automatiquement entre un certain nombre de génératrices constituées par des rubans en platine iridié. Les deux bases du cylindre, avec les génératrices en platine, rappellent l'aspect d'une cage d'écureuil.

C'est la variation de longueur des génératrices qui amplifie le système actionnant l'aiguille.

Les indications sont exactes à 2 ou 3 0/0 près, quelle que soit la longueur d'onde de l'antenne du poste transmetteur.

6° Un multithermographe (fig. 161). Cet enregistreur est actionné par 6 thermomètres disposés en des points où la température doit être enregistrée. Ils sont constitués par une résistance en platine dont les variations sont fonction de la température, et leur forme diffère suivant qu'ils sont destinés à des locaux humides, secs ou à haute température.

Le multithermographe, gradué de — 20° C à + 40° C, enregistre chacune des six températures des thermomètres en coordonnées rectilignes et par points. La pile est de 6 volts environ, mais il est préférable d'employer 3 accumulateurs. Les 6 courbes sont tracées avec des encres de six couleurs différentes; une aiguille indique aussi la température sur une échelle divisée. Le papier se déroule à raison de 30 mm par heure et un index montre à chaque instant la quantité de papier restant emmagasinée sur la bobine. Le rouage substitue successivement et automatiquement un circuit à un autre, de manière que chaque thermomètre passe à son tour à l'enregistrement. Enfin, un cadran numéroté 1 à 6 indique à chaque instant le numéro du thermomètre momentanément en circuit.

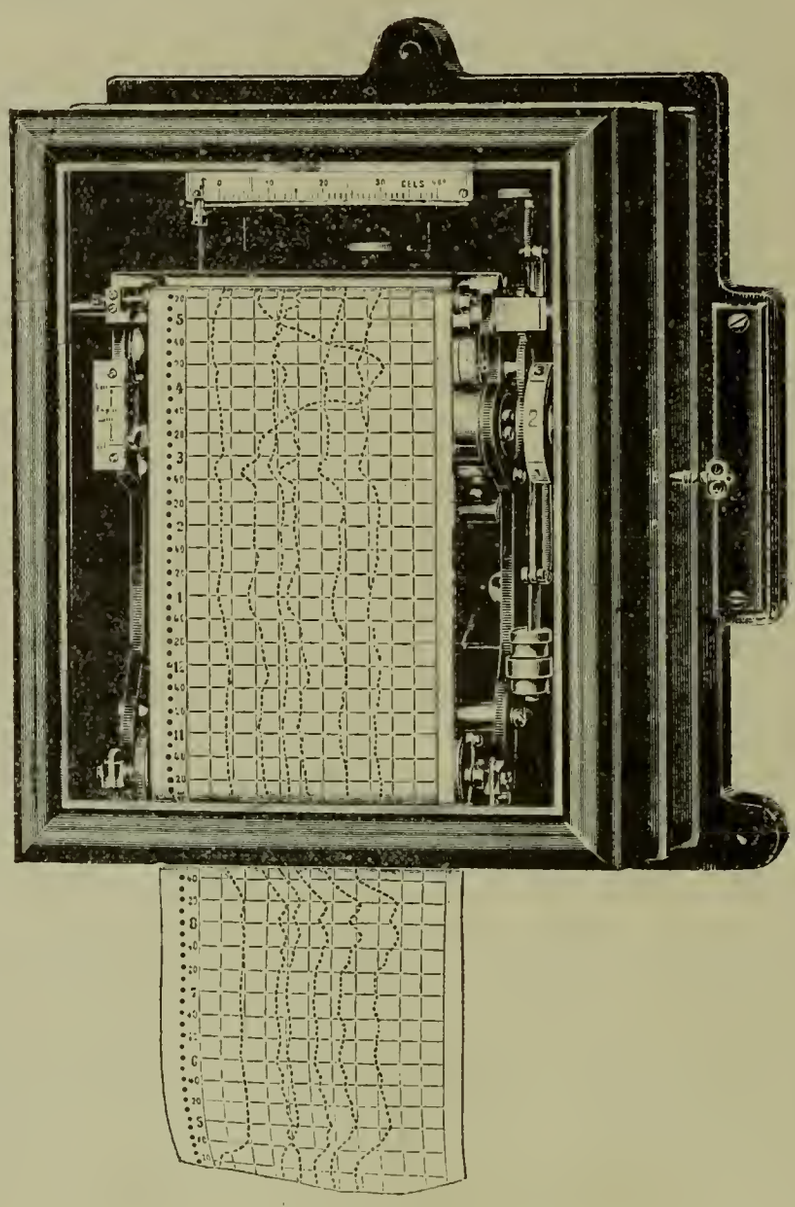


Fig. 161.

7° Un petit galvanomètre à aiguille, Deprez-d'Arsonval, modèle en boîte métallique de 160 × 100 × 80 mm, dont le cadre mobile est suspendu par des rubans métalliques, ce qui supprime les pivots. Une division correspond à 4×10^{-7} ampères, le cadre ayant une résistance de 270 ohms et une durée d'oscillation de 3 secondes. La résistance critique d'apériodicité est de 500 ohms.

8° Millivoltmètre et milliampèremètre de démonstration à cadre mobile avec leurs résistances additionnelles et leurs shunts.

9° Une toupie de résonance. Appareil de démonstration le plus simple pour démontrer les

phénomènes de résonance. Un aimant permanent est mis en rotation rapide comme une toupie, au moyen d'une ficelle. Les pôles de l'aimant passent devant une série de 5 anches en acier diversement accordées. La vitesse allant en diminuant, il arrive un moment où une des anches vibre synchroniquement avec le nombre de tours de l'aimant; il y a résonance comme dans le fréquencemètre Hartmann-Kempf. Successivement, quand la vitesse continue à décroître, chaque anche entre en résonance, ce qui dénote l'amplitude exagérée de son mouvement vibratoire.

10° Un fréquencemètre de démonstration à 13 anches, accordées pour des fréquences de 47 à 53 périodes par seconde. L'électro-excitateur est muni de 2 enroulements, afin de pouvoir superposer deux courants de fréquence différente et montrer leurs interférences.

11° *Petites résistances étalon.* Résistance enroulée sans self-induction sur une bobine en porcelaine enfilée elle-même sur un cylindre creux en ébonite. Les résistances sont ajustées à 1 1/2 0/0 près, ce qui suffit aux démonstrations. Le dispositif facilitant l'ajustage et la soudure des extrémités du fil résistant est logé dans l'évidement du cylindre d'ébonite.

12° *Wattmètre électrodynamique double, modèle transportable.* Cet instrument, destiné aux mesures en courants triphasés, possède deux enroulements ampèremétriques et deux enroulements de tension.

Les enroulements ampèremétriques sont composés de deux parties que l'on peut coupler en série ou en quantité, de manière à faire varier la sensibilité dans le rapport de 1 à 2.

13° *Potentiomètre de démonstration.* Cet instrument sert à déterminer de faibles différences de potentiel comme celle d'une pile. La résistance totale du potentiomètre est de 1050 ohms et elle est subdivisée en éléments de 5 ohms chacun permettant, par la manœuvre de deux fiches, de donner à la résistance toutes les valeurs comprises entre 0 et 1050 ohms, à 5 ohms près. Les dimensions de ce potentiomètre sont 280 × 110 × 320 mm. Il doit être accompagné, bien entendu, d'une pile étalon (au sulfate de cuivre), d'un galvanomètre, d'un rhéostat de réglage et d'un accumulateur. Cet instrument sert également à démontrer les relations entre la chute de tension et la longueur ou la résistance d'un conducteur (loi d'Ohm).

14° *Appareil pour démontrer les effets d'induction.* — Sur un socle en bois est fixée une bobine de 4000 spires en fil de cuivre de petit diamètre, dont les extrémités aboutissent à deux bornes. Dans l'axe creux de la bobine on peut introduire un aimant cylindrique et un cylindre de fer doux. Une seconde bobine de 40 spires peut envelopper la bobine inductrice. On répète aisément les expériences de Faraday au moyen de cet appareil. Il permet également de constituer un transformateur si on lui adjoint un noyau en fils de fer.

Grande salle du 1er étage.

Signalons tout d'abord l'éclairage intensif de cette salle par 7 lampes Bardon à vase clos et charbons minéralisés (1).

M. *Ancel* exposait divers appareils de télégraphie sans fil et des cellules de sélénium. Parmi les appareils de T. S. F. figurait un instrument Gannier-Ancel pour télémécanique. Cet appareil comprend un cohéreur à limaille et un électro de commande unique et tournant, branché en dérivation sur le frappeur-décohéreur. A chaque émission d'ondes, l'armature de l'électro est attirée et fait basculer, pour établir ou rompre un contact, six petits leviers disposés circulairement autour de l'électro tournant. Chacun de ces leviers correspond à une commande télémécanique distincte. Un appareil de contrôle, commandé par un mouvement d'horlogerie, actionne l'arbre de l'électro tournant et permet de voir à quel moment il faut lancer un train d'ondes pour produire ou annuler une commande déterminée.

Le détecteur-téléphone de M. Ancel est constitué par un téléphone, dans le boîtier duquel se trouve un minuscule détecteur à contact solide. On a ainsi un poste récepteur extra réduit et simplifié permettant de recevoir les signaux horaires de la tour Eiffel à Paris et dans la banlieue, en branchant l'une des bornes du téléphone à une conduite métallique d'eau ou de gaz et l'autre borne à une antenne, constituée par une dizaine de mètres de fil isolé tendu dans l'appartement. Un autre appareil de réception avec détecteur électrolytique à bascule, modèle *le Doyen*, comprend les divers dispositifs d'accord nécessaires dans le cas de grandes distances. Il est spécialement destiné aux aérodromes pour recevoir les radiogrammes météorologiques expédiés chaque jour par la tour Eiffel.

Comme organes accessoires de T. S. F., M. Ancel exposait encore une self d'antenne munie d'un tube à coulisse formant l'une des armatures d'un condensateur réglable, l'autre armature étant constituée par le bobinage lui-

(1) Voir l'*Electricien* du 11 avril 1911 pour la description de cette lampe.

même. Un détecteur réglable à cristaux, avec pastilles détectrices interchangeables.

Un détecteur Duroquier réglable, à galène et bille de bronze: cet ensemble fonctionne dans le vide et sa sensibilité est très grande.

Un condensateur réglable. avec plots, et un autre, également réglable, formé de feuilles de laiton séparées par de l'air. Les cellules au sélénium de M. Ancel sont très appréciées et ont une très haute sensibilité: l'une avait été préparée tout spécialement pour enregistrer, à l'aide d'un galvanomètre photographique, la courbe de luminosité de l'éclipse du 17 avril. A signaler, en outre, un actinomètre photoélectrique au sélénium et à électrolyte liquide, permettant de centupler le courant produit par les actinomètres ordinaires au sulfure d'argent, sous l'influence de la lumière.

M. *J. Butaud* présentait un meuble contenant des batteries d'accumulateurs-type pour mesures, dont on peut faire varier le couplage et qui peuvent fournir toutes les tensions jusqu'à 1800 volts. Ce meuble est parfaitement compris et des dispositions sont prises pour la propreté et le maintien d'un excellent isolement. Les éléments sont isolés à l'huile dans des bacs en verre et disposés en quinconce: on peut donc les examiner individuellement par transparence. Une batterie de 44 éléments de 1,5 ampères-heure a pour dimensions 130 × 200 × 375 mm.

M. *Calmels* exposait un nouveau modèle de spectrographe à réseau de très grande luminosité. Le réseau est moulé sur les meilleurs réseaux gravés et les objectifs du collimateur et de projection sont de véritables anastigmats, d'où la grande luminosité des spectres.

MM. *A. Collot et Cie* effectuaient des pesées avec leur balance à *charge constante* munie d'un dispositif de placement des poids, de l'extérieur de la cage et d'un indicateur Fayolle-Collot, inscrivant directement le résultat de la pesée.

Celle-ci est faite très rapidement; la sensibilité est constante et on emploie automatiquement la méthode de la double pesée. Caractéristiques : charge maximum 100 gr, approximation au 1/10 de milligramme.

Les quelques appareils exposés par les établissements *Henry Lepaute* consistaient en un appareil à distiller le mercure, en un modèle de soupape pour trompe à eau, soupape évitant les rentrées d'air, et en un compas ou boussole munie d'un amortissement à liquide pour aéroplanes.

MM. *Gabreau* et *Delaux* présentaient un autorégulateur à couplage automatique pour charge de batterie à tension ou à intensité constantes e un groupe pour éclairage électrique d'automobile; des démarreurs à contacteurs et un relais pyrométrique pour la régulation de la température des étuves et fours.

M. *Goisot*, spécialisé dans les appareils de chauffage électrique montrait un stérilisateur du docteur Wiart pour instruments de chirurgie, une armoire chauffante et stérilisante de cabinet, du docteur Jayle et diverses étuves pour laboratoires.

Arrêtons-nous un instant devant la série d'instruments étudiés et construits sous la direction de M. *A. Blondel*, dans le laboratoire qu'il possède et où il s'est entouré d'une pléiade de jeunes ingénieurs-électriciens qui sont ses collaborateurs.

Lorsque le type d'un appareil est complètement expérimenté et mis au point, nos meilleurs constructeurs sont ensuite chargés de l'exécution définitive.

Oscillographes. — Deux nouveaux modèles ont été créés : un type double portatif et un modèle triple pour laboratoire. Comme particularités, on peut signaler : 1° la disposition du système optique formé de deux lentilles cylindriques parallèles, dont l'une a une distance focale notablement plus courte que l'autre. On augmente ainsi l'angle d'utilisation des rayons réfléchis par les miroirs des équipages vibrant tout en concentrant le spot en un point excessivement petit et brillant; la disposition des supports d'équipage, caractérisés par l'emploi d'un tendeur extérieur qui permet aisément le montage de cet équipage et le réglage en marche de la tension des fils de suspension; l'entrefer est réduit à une fraction de millimètre, ce qui augmente la sensibilité: l'enroulement des supports et des boîtes amortisseurs à huile est réduit au minimum.

3° Enfin, le moteur synchrone est d'un nouveau modèle très robuste et d'une mise en synchronisme excessivement facile. Il se compose d'un inducteur fixe à pôles radiaux.

L'induit mobile, à axe vertical, est formé d'une cloche garnie intérieurement de pièces polaires en fer. Sur l'axe est disposé un commutateur garni de deux balais et l'ensemble rappelle les anciens moteurs à tubes de Geissler des laboratoires. Le courant alternatif traverse en série les bobines inductrices et le commutateur. Un petit rhéostat shunte les balais. Pour mettre le moteur en marche, on lui donne une simple impulsion et il part à coup sûr. On élimine ensuite le rhéostat, au fur et à mesure de l'augmentation de vitesse, jusqu'à ce que les balais soient en court-circuit. Le calage des balais est d'ailleurs réglé une fois pour toutes.

Enregistreur photographique. Cet appareil sert à mettre en marche presque instantanément deux rouleaux portant une bande de papier photographique et à en utiliser une longueur quelconque (0,20 m au moins).

Un moteur électrique peut être embrayé instantanément avec l'un des deux rouleaux magasins, par un poussoir actionné au doigt ou par un électro-aimant; un compteur de tours règle l'instant du débrayage automatique. Des contacts établis au début et à la fin de l'opération ramènent les spots à leurs zéros avant et après l'inscription des courbes. Cet appareil est employé en combinaison avec un éclateur électro-chronographique à diapason pour tracer des repères en fonction du temps sur les oscillogrammes.

M. Blondel exposait encore un analyseur harmonique des courants périodiques fondé sur la résonance mécanique d'une lame de fer doux, un galvanomètre de résonance à induction, une sirène sinusoïdale à commande électrique, une lampe à arc polyphasé, une jumelle photométrique, un nitomètre ou photomètre pour la mesure de l'éclat intrinsèque, un pyromètre et un comparateur photométrique des lumières brèves instantanées. Ce dernier appareil a été décrit en juillet et août 1911 dans le Journal de Physique.

M. *Nachet*, entre autres instruments, présentait un microscope permettant à deux observateurs d'examiner simultanément un même objet. Cet appareil est souvent employé lors des épreuves pratiques subies par les candidats à divers examens.

Remarqué dans le stand des établissements *Poulenc* frères : une toupie chromatique de Dosne, pour l'analyse des couleurs; un appareil Brenot, pour le dosage et l'enregistrement du gaz carbonique existant dans les gaz des foyers; un ultra-filtre Malfitano; un appareil de Nolly pour le dosage total du carbone dans les fers, fontes et aciers; une lampe à vapeur de mercure en quartz, marchant sur courant alternatif; enfin, une collection d'échantillons pour la métallographie.

Noté, au passage, les diapasons chronographes et les diapasons médicaux pour massage, construits par M. *J. Lancelot*.

MM. *Radiguet* et *Massiot* exposaient nombre d'appareils nouveaux et intéressants.

1° Un appareil universel d'électrothérapie sans perte à la terre, donnant les courants galvanique, faradique, galvanofaradique, le cautère, la petite lumière. Cet appareil se branche directement sur le courant de la Ville ou d'un secteur.

2° Un nouvel appareil portatif de haute fréquence. Cet appareil, qui se branche sur les canalisations d'éclairage (continu ou alternatif), est contenu dans une boîte de 20 × 15 × 30 cm. On peut l'employer pour toutes les applications du courant de haute fréquence à l'aide des électrodes ordinaires ou des électrodes condensatrices. De plus, il permet de faire fonctionner les tubes de Bouchacourt pour les irradiations internes, en radiothérapie; et, si on se sert d'écrans renforçateurs, on peut obtenir des radiographies des parties peu épaisses du corps, en faisant marcher des ampoules ordinaires en *monopolaire*.

3° Une installation simple et intensive de radiographie. Deux de ces installations avec transformateur intensif étaient en fonction : l'un, par un tableau avec interrupteur-turbine automotrice Bosquain-Massiot; l'autre, avec turbine à moteur donnant toutes les modalités dans l'intensité secondaire et réglés spécialement pour les emplois de la radiographie normale ou intensive, de la haute fréquence et de la radiothérapie.

4° Un cadre orthodiagraphe du docteur Guilleminot. Ce modèle, établi en 1912, possède une capsule protectrice, opaque aux rayons X, recevant les ampoules de toutes dimensions. En outre, l'appareil est muni d'un centreur d'ampoule, d'un indicateur d'incidence et d'un diaphragme iris. Toutes les manœuvres s'effectuent de la main gauche, ce qui laisse à la droite toute liberté pour le tracé du diagramme. Le porte-écran peut être maintenu rigide dans un plan parallèle au plan de déplacement de l'ampoule pour les tracés orthodiagraphiques, ou être rendu complètement mobile pour les examens en position oblique du sujet.

5° Un appareil Circus. C'est un appareil de projection automatique destiné à la projection d'un nombre de vues pouvant aller jusqu'à 100. Nous avons vu fonctionner cet appareil sans que personne ne s'en occupe, et examiné des vues concernant la médecine, la biologie, la botanique, la géologie, l'aviation, etc. Vues éditées par la maison Radiguet et Massiot. Cet appareil remplace véritablement le préparateur dans les cours.

6° Des appareils de physique nouveaux, pour travaux pratiques : niveau à lunette permettant d'expliquer et de procéder à des réglages du niveau à lunette, en le transformant en niveau à fiole, soit réversible, soit irréversible. Un dispositif de collimateur évite, dans cet appareil, l'emploi de tout système optique, et donne une ligne de foi placée à l'infini et qui permet de faire tous les repérages, donc toutes levées de plans.

Un spectroscope à goniomètre, à prisme d'indice et d'angle variable. Cet appareil permet de faire

toute l'étude du prisme, avec cet avantage, non réalisé jusqu'ici, que l'on peut faire varier l'angle du prisme et en modifier l'indice en y introduisant des solutions de liquides d'indices de réfraction différents. On peut utiliser cet instrument comme goniomètre de Babinet ou comme spectroscope. Un dispositif spécial supprime l'obligation des vis calantes.

Un petit moteur à essence, sans soupapes, à deux temps; puissance 2/3 de cheval. Ce petit moteur peut servir à entraîner une dynamo ou des modèles d'aéroplanes; il comprend deux cylindres rotatifs sans soupapes et tourne à 1700 tours par minute environ.

M. *Turpain* présentait l'appareil qu'il a construit, après de longues recherches, pour *inscrire* les signaux de l'heure envoyés par la Tour Eiffel. Cet appareil se compose de plusieurs détecteurs électrolytiques disposés en quantité et réglés assez délicatement pour que chacun fonctionne pour son propre compte. Le courant de réception est ainsi multiplié par le nombre de détecteurs et arrive à être assez intense pour actionner un microampèremètre enregistreur à cadre mobile, construit par la maison J. Richard pour M. Turpain.

Ce microampèremètre extra-sensible est caractérisé par un cadre mobile excessivement petit et léger, mobile dans l'entrefer d'un puissant électro-aimant de Faraday.

Passons rapidement devant quelques remarquables appareils d'optique sortant de la maison Carl Zeiss, parmi lesquels nous notons un objectif nommé Biotar, ouvert à $\frac{f}{1,8}$ et servant à la projection concurremment avec un condensateur hyperbolique, des lunettes-besicles grossissantes donnant le relief, une jumelle de nuit dite Noctar, etc.

Arrivons au beau stand de MM. *Ducretet* et *Roger* dont nous allons passer en revue les principaux appareils. 1° Télectrographe Lioret-Ducretet et Roger.

Cet instrument permet d'enregistrer, sur cylindres ou disques phonographiques, toutes transmissions téléphoniques, paroles ou sons musicaux. L'organe de transmission est le microphone du poste haut-parleur Gaillard-Ducretet. Le récepteur, très léger et de petit diamètre, s'adapte sur le tube porte-diaphragme reproducteur du graphophone. Ce diaphragme reste ainsi indépendant et conserve toute sa sensibilité. Un moteur électrique actionne l'appareil qui fonctionne automatiquement et se met en marche et s'arrête lorsque le correspondant décroche ou raccroche son récepteur.

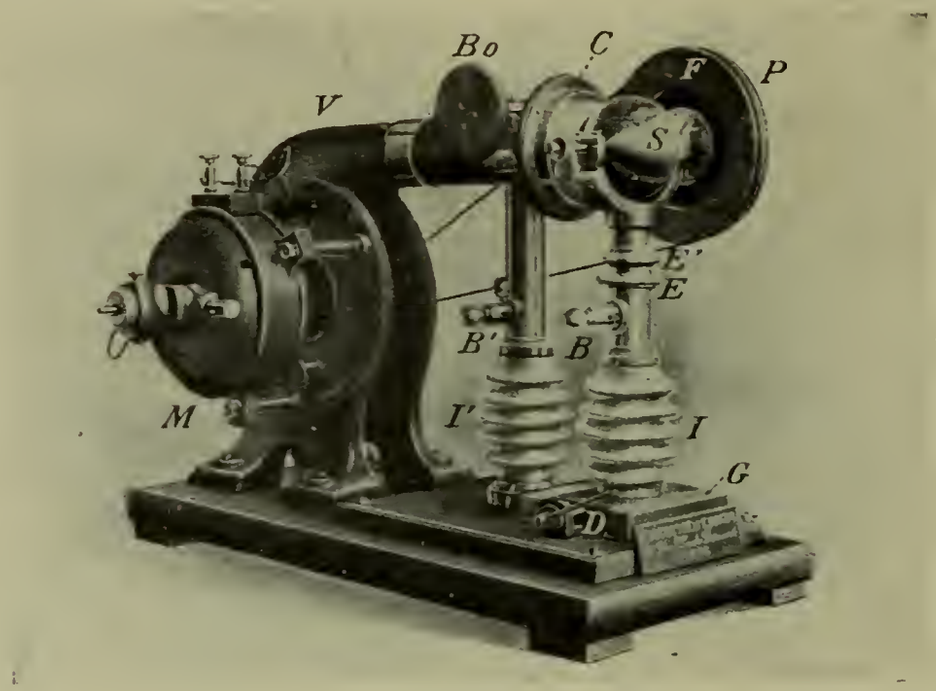


Fig. 162.

Le correspondant est d'ailleurs prévenu, par les éclats intermittents d'une lampe-témoin, que l'appareil est en état de recevoir l'inscription. Une sonnerie l'avertit même lorsque le cylindre est complètement enregistré. La reproduction de la parole enregistrée s'effectue, comme d'ordinaire, en plaçant à l'oreille les écouteurs de graphophone. Comme application, citons le bureau d'une dactylographe où viennent s'enregistrer les lettres dictées des différents locaux d'une maison de commerce. La dactylographe transcrit ensuite peu

à peu, à la machine, les lettres emmagasinées.

2° *Oscillateur à étincelles soufflées et électrodes tournantes pour production de courants de haute fréquence* : électrothérapie et télégraphie sans fil.

L'étincelle oscillante éclate entre une sphère S et un plateau C raccordés par les bornes B B' au circuit (fig. 162) et isolés par des porcelaines I I', un chariot D G et une crémaillère B_0 servant au centrage et au réglage de la longueur d'étincelles. Celles-ci sont soufflées par un ventilateur V actionné par un moteur électrique M. Sur l'axe de ce dernier passe une courroie conduisant la poulie P qui fait tourner la sphère sur elle-même afin de changer constamment le point d'éclatement des étincelles et d'empêcher l'échauffement. Dans le même but, le disque C, monté sur billes, tourne dans son plan entraîné par une poulie de friction calée sur l'axe de la poulie P.

Cet éclateur se prête à l'obtention des étincelles musicales.

3° *Condensateurs à haute tension.* Ils sont constitués par des plaques métalliques séparées par des dalles de verre. L'ensemble est plongé dans de l'huile à transformateur de rigidité très grande. L'huile circule par différence de température. La capacité est fractionnée et les divers éléments se couplent aisément en série ou en quantité (en cascade ou en surface, comme disaient les anciens électriciens).

4° *Bobine d'induction à vibration rapide pour émission musicale de T. S. F.* Combinée avec une boîte de huit accumulateurs portatifs et une clé Morse, cette bobine constitue un poste transmetteur peu volumineux et léger appliqué dans les dirigeables et les avions.

Le vibrateur est robuste, d'un réglage facile et durable. Une caisse contient tout l'ensemble, éclateur compris.

5° *Appareils transmetteur et récepteur de T. S. F. à l'usage de l'enseignement.* Le poste transmetteur, composé comme ci-dessus, a toutes ses pièces visibles et accessibles pour la démonstration Le récepteur, avec relais à cadre mobile, utilise un détecteur à limaille accompagné de son frappeur. Le tout, accessoires compris, est monté sur une planchette; les connexions sont visibles pour qu'on relève aisément le schéma.

6° *Transmetteur et récepteur portatifs pour l'instruction des radiotélégraphistes.* Il comprend un petit vibreur actionné par une pile sèche, une clef morse et un récepteur téléphonique à casque. L'ensemble sert à l'instruction du personnel de T. S. F. pour apprendre la lecture au son. A noter que la lecture au son des signaux radiotélégraphiques est complémentaire de celle où l'on écoute le morse télégraphique ordinaire.

En effet, dans ce dernier cas un trait est un silence long, un point un silence court. En T. S. F., le trait est un son long et le point un son court. Il y a donc un apprentissage à faire lorsqu'on passe d'une lecture à l'autre.

7° *Dispositif microtéléphonique.* Sert à la détermination de la longitude par la méthode des coïncidences de MM. Ferrié-Claude et Driencourt. Cet accessoire est formé d'un élément de pile, d'un microphone, d'une petite bobine d'induction et d'un interrupteur. Ce système est combiné avec un appareil récepteur de signaux horaires de la Tour Eiffel. Dans le récepteur téléphonique sont superposés le bruit des battements d'un chronomètre à seconde et ceux émis par la Tour Eiffel en vue des déterminations de longitudes. Ces émissions de seconde de la Tour étant superposées à celles du chronomètre local, présentent des différences de phase. De temps en temps il y a concordance et on peut déduire de ces coïncidences l'heure du méridien initial à une très petite fraction de seconde près. La bobine d'induction a son primaire mobile, ce qui permet de rendre les bruits de la Tour et du chronomètre à peu près de même intensité.

8° *Appareil récepteur de signaux horaires.* Cet appareil, dont nous avons donné une description complète dans l'*Electricien* (1), est très employé dans les observatoires, les chemins de fer, chez les horlogers, etc. Il permet la réception de l'heure de l'observatoire dans un rayon de 1000 km. Le jour de l'éclipse du 17 avril, de nombreux exemplaires de cet instrument ont reçu l'heure émise spécialement en vue du phénomène.

9° *Interrupteur à mercure mû par moteur synchrone.* C'est un interrupteur du modèle turbine remplie de gaz d'éclairage. Le moteur synchrone a pour but l'alimentation des bobines de Ruhmkorff par du courant alternatif.

10° *Récepteur microtéléphonique « Gardner ».* Appareil adopté par la marine française pour l'audition des cloches marines. Il se compose d'un petit anneau de résonance rigoureusement accordé à la note de la cloche et supportant un microphone en un point diamétralement opposé au point de fixation de l'anneau dans sa boîte hermétique. Le microphone est donc situé dans la région des vibrations maxima de l'anneau. La boîte se fixe à même la coque du navire et à l'intérieur. L'appareil actionne un récepteur téléphonique placé sur la passerelle de commandement.

(1) Voir l'*Électricien* du 20 août 1910.

11° *Téléphone haut-parleur*. Ce nouveau modèle complètement hermétique est très employé en Belgique dans les charbonnages. Il conserve toutes ses qualités malgré l'humidité.

12° *Cinématographe avec éclairage par lumière Dussaud*. Cet appareil a été décrit, l'an dernier, dans notre revue de l'Exposition de physique; il n'a guère subi de modifications importantes à signaler.

Les intéressants appareils construits par MM. *Zivy et Cie* consistaient en divers instruments de précision :

Un compte-tours avec chronographe anti-magnétique, modèle aussi précis que réduit et qui ne pèse que 130 gr. manche compris. Il est muni de pointeaux divers et d'un plateau pour mesure de la vitesse linéaire, d'une courroie par exemple;

Un tachymètre « T. E. L. » de haute précision pour aéroplanes et dirigeables. Cet instrument est relié par un flexible à une petite boîte de réduction de vitesse par engrenage qu'on fixe sur le palier de l'arbre dont on veut connaître à chaque instant la vitesse.

Le cadran est gradué jusqu'à 2000 tours par minute:

Un tachymètre semblable, mais enregistreur; on peut l'adapter également aux automobiles, et le placer devant le chauffeur:

Divers chronographes anti-magnétiques, avec aiguille de grande seconde, dont le départ, l'arrêt et la remise à zéro s'effectuent avec une grande précision, en appuyant successivement sur un même bouton;

Dans un modèle plus complet, avec aiguilles des heures et minutes, se trouve un totaliseur;

Un petit sphéromètre de M. *Rothé* destiné à indiquer, par simple lecture, le rayon de courbure d'une surface sphérique. La précision est du 1/20 de mm. L'instrument permet aussi, bien entendu, de mesurer des épaisseurs et de vérifier si des surfaces sont réellement planes.

La maison Rousselle et Tournaire présentait une nouvelle série de voltmètres, d'ampèremètres et de wattmètres de précision, système Siemens et Halske. Ces modèles, munis des perfectionnements les plus récents, étaient accompagnés de transformateurs de mesure (de tension et d'intensité), construits pour des réseaux fonctionnant jusque 60 000 volts. Ces appareils résistent à des épreuves au double de la tension ci-dessus.

Le rapport de transformation est exact à 0,5 0/0 près, pour les transformateurs d'intensité et à 1 0/0 pour ceux de tension. Les variations de fréquence n'ont pas d'effet appréciable entre 25 et 100 périodes par secondes.

Lorsqu'on se sert simultanément de transformateurs de tension et d'intensité pour alimenter un compteur ou un wattmètre, les petites erreurs de décalage pouvant se produire dans ces deux genres de transformateurs se *retranchent*. L'erreur résultante, du fait des transformateurs de mesure, est donc affaiblie. Le secondaire des transformateurs d'intensité ne doit jamais être ouvert, car l'échauffement qui se produit alors peut détériorer l'appareil. Le secondaire peut, au contraire, rester en court-circuit sans inconvénient.

Cette énumération, longue bien que sommaire, des appareils présentés cette année à l'exposition de la Société de Physique, suffit à montrer que le succès de ces très intéressantes réunions s'accentue chaque année. Le comité d'organisation s'y emploie d'ailleurs avec dévouement et l'on ne saurait trop lui en savoir gré.

M. Aliamet.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

PILES

Batteries à liquide immobilisé.

Dans une séance récente de la Société Faraday, de Londres, M. S. Melsom, du Laboratoire national de Physique, a présenté un travail sur les batteries sèches et sur les relations existant entre la décharge et les capacités d'éléments de différente fabrication. Il décrit un certain nombre d'essais qu'il a effectués sur quatre principaux types d'éléments présentant des caractéristiques très différentes; chacun des types étant soumis à des essais particuliers avec des régimes de décharge variés. Les résultats ont démontré que la plupart des essais réalisés ne donnent pas des indications suffisamment exactes et correspondant aux conditions de fonctionnement pratique. M. Melsom recommande donc aux expérimentateurs de se rapprocher, autant que possible, dans leurs essais, des conditions de la pratique. Dans la discussion qui a suivi, M. Poole remarque que les observations de M. Melsom seront très utiles

à ceux qui usent de batteries sèches; il dit ensuite qu'il y a environ 40 millions d'éléments secs en service en Amérique et que le meilleur de ces éléments est bien inférieur aux types adoptés en Angleterre. M. Rawlings déclare alors qu'il a employé des éléments secs pour l'éclairage de 15 lampes de 10 bougies sur un yatch qui a fait une croisière de dix mois et que ces éléments se sont parfaitement comportés. Il serait intéressant, dit-il, de savoir combien de temps ils peuvent se conserver, sûrement plus de douze mois. M. Hallis fait remarquer que la Société américaine électro-chimique avait nommé, il y a quelques années, une commission chargée d'étudier et de publier les essais effectués avec des batteries sèches, mais qu'elle n'a abouti à rien de sérieux. M. Hallis déclare qu'il serait désirable, si possible, d'essayer chaque élément en vue du service auquel il est destiné et M. Alexandre Siemens, président, ajoute qu'un essai doit se conformer aux conditions de service pratique pour être réellement efficace et sérieux. — A. H. B.

CANALISATIONS

Un isolateur en bois pour haute tension.

L'*Electrician* signale une innovation mise sur le marché par la Compagnie « Miniallac Electric », de Chicago. Il s'agit d'un isolateur qui est formé, avec sa cheville, d'une seule et même masse de bois. L'isolateur en question est complètement imprégné d'une matière isolante composée qui lui donnerait de remarquables propriétés diélectriques, en même temps qu'elle empêcherait sa destruction mécanique. Ce nouvel isolateur, que l'on construit avec plusieurs essences, par exemple, l'érable, prend une teinte noire sous l'action de l'imprégnation, laquelle le fait apparaître huileux au toucher. On assure que les propriétés isolantes obtenues grâce à l'imprégnation sont supérieures à celles données par une masse de verre de mêmes dimensions et de même forme. Des isolateurs en bois auraient été mis en service, sur des lignes à haute tension de 4000, 9000 et 12 000 volts, sans provoquer la formation d'arcs voltaïques. Certains exemplaires de l'isolateur en question compteraient déjà jusqu'à huit ans de service sans manifester aucun fléchissement dans leurs propriétés isolantes ni aucune tendance à se briser ou à se fendre. Enfin, le nouveau type d'isolateur comporterait certains avantages pratiques : il est, en effet, éminemment résistant à la rupture et il peut s'emballer et s'expédier sans difficulté et à bon compte. — G.

Bibliographie

Machines dynamo-électriques à grande vitesse, par H.-M. Hobart et A.-G. Ellis. Traduit de l'anglais. Un volume, 25 × 16 cm, de 558 pages, avec 378 figures, dont 27 planches hors texte. Prix : 25 francs (Paris L. Geisler, imprimeur-éditeur).

Depuis quelques années, on fait usage d'un nouveau type de machines dynamo-électriques à grande vitesse angulaire commandées par des turbines à vapeur. Après certains tâtonnements, on est arrivé à créer des types donnant toute satisfaction et l'emploi de ces groupes électrogènes se répand de plus en plus. Néanmoins, l'étude de ces machines doit amener encore des perfectionnements, et les problèmes restant à résoudre méritent d'attirer l'attention des constructeurs.

L'ouvrage de MM. Hobart et Ellis vient à son heure et contribuera largement à faciliter l'étude de ces machines, parce qu'il précise, d'une part, les points qui doivent être particulièrement envisagés et que, d'autre part, il coordonne les résultats déjà acquis par une expérience de plusieurs années.

La publication d'une édition française de cet ouvrage répond à un réel besoin et sera certainement accueillie avec faveur, car les qualités de clarté et de précision qui caractérisent les travaux précédents de M. Hobart, ainsi que son esprit de méthode qui se plaît à envisager les travaux d'ensemble et à rechercher les principes généraux, constituent un guide précieux.

En effet, le constructeur trouvera dans cet ouvrage une quantité de renseignements précis, des tableaux et des graphiques qui résument un travail considérable et donnent, sous une forme claire et immédiatement utilisable, des données qui nécessiteraient des calculs très longs.

Le débutant et l'étudiant auront dans ce livre un guide sûr leur indiquant comment on doit aborder un problème de construction, ainsi que les considérations qui doivent déterminer le choix des dimensions principales d'une machine. Une série très complète de calculs et de plans complète très heureusement cette partie de l'ouvrage, où une grande place a été réservée aux exemples pratiques, notamment aux descriptions de machines exécutées par les plus grandes maisons de construction.

En résumé, cet important ouvrage constitue la documentation la plus complète sur cette branche de l'électrotechnique.

-oo-

Téo, *revue slave de la technique moderne,* paraissant le 14 de chaque mois. Prix de l'abonnement annuel en dehors des pays slaves : 8 francs. Rédacteur responsable : E. Navratil, ingénieur. Rédaction et administration : Prague, V.-56.

Nous croyons devoir signaler l'intéressante publication mensuelle ci-dessus, dont le titre indique à lui seul le programme et dont la rédaction est assurée par des techniciens d'origine slave. Cette nouvelle revue, dans laquelle les questions électriques occuperont une place importante, a commencé à paraître le 14 janvier 1912;

elle offre cette particularité qu'elle est écrite en quatre langues : tchèque, russe, polonais et serbo-croate — ce qui doit la rendre accessible à tout le monde slave. Nous ne pouvons que souhaiter la bienvenue au *Téo*, en exprimant l'espoir qu'il rencontrera un succès en rapport avec le vaste domaine du programme qu'il s'est tracé.

Nouvelles

Enseignement de la Télégraphie sans fil à l'Ecole supérieure d'électricité.

La nouvelle section de radiotélégraphie, ouverte récemment à l'Ecole supérieure d'électricité, a fonctionné pour la première fois avec un succès complet : l'enseignement, composé de cours, conférences et exercices pratiques, s'est ouvert le 5 février dernier et se terminera le 5 mai.

Les élèves composant cette première promotion ont les origines suivantes :

1° Officiers désignés par le Ministère de la guerre : Génie, 4; Artillerie, 1; Artillerie coloniale, 4.

2° Officiers désignés par le Ministère de la marine : 4.

3° Officiers désignés par le Ministère des colonies : Artillerie coloniale, 1; Infanterie coloniale, 1.

4° Elèves civils, 4.

En tout : 19.

A ces élèves il faut ajouter quelques auditeurs libres suivant seulement les cours et conférences.

Nous rappellerons que le programme de l'Enseignement est le suivant :

I. *Conférences préliminaires.* — M. P. Janet (électricité et électrotechnique générale), 5 leçons environ. — M. H. Chaumat (mesures électriques), 5 leçons environ. — M. A. Bochet (moteurs mécanique), 5 leçons environ.

II. *Cours principaux.* — M. le commandant Ferrié (radiotélégraphie pratique), 20 leçons environ. M. le capitaine de frégate Tissot (radiotélégraphie théorique), 10 leçons environ.

III. *Conférences spéciales.* — Téléphonie sans fil, par M. Jeance, lieutenant de vaisseau, ingénieur diplômé de l'Ecole supérieure d'électricité;

Règlements administratifs relatifs à la Télégraphie sans fil, par M. Bouthillon, ingénieur diplômé de l'Ecole supérieure d'électricité;

Application de la Télégraphie sans fil à la marine, par M. Gignon, lieutenant de vaisseau, ingénieur diplômé de l'Ecole supérieure d'électricité;

Bâtiments et pylônes, par M. le capitaine Becq;

Décharges électriques dans les gaz, par M. Villard, membre de l'Institut, et Abraham, maître de conférences à l'Ecole normale supérieure;

Notions générales de météorologie, par M. Angot, directeur du bureau central météorologique, etc.

IV. *Conférences complémentaires.* — MM. Bethenod, Petit.

V. *Travaux pratiques.* — M. le commandant Ferrié, directeur des travaux. — MM. les capitaines Brenot et Garnier, chefs de travaux. — MM. Costabel et Jégou, préparateurs.

VI. *Travaux pratiques préparatoires.* — M. Millien, chef de travaux à l'école.

L'enseignement est complété par de nombreux exercices de lecture au son, des visites d'installation et des projets.

La deuxième session de cet important enseignement s'ouvrira le 15 novembre prochain pour durer jusqu'au 15 février 1913.

Les demandes d'admission sont reçues dès maintenant. Nous rappellerons que les admissions sont prononcées uniquement sur titres, dans la limite des places disponibles, par le conseil de perfectionnement de l'Ecole.

Le registre des inscriptions sera clos le 1er octobre 1912. Les admissions seront prononcées dans la première quinzaine d'octobre.

Les frais d'études sont de 750 fr; cette somme est réduite à 600 fr pour les délégués officiels des différents ministères.

Les frais d'études des auditeurs libres (cours et conférences seulement) sont de 300 fr.

***

Commission pour la péréquation des taxes relatives aux divers modes d'éclairage.

Le ministre des finances,

Vu les arrêtés des 6 février, 6 mars, 14 mars et 1er avril 1912,

Arrête :

Art. 1er. — Sont nommés membres de la commission instituée au ministère des finances en vue d'étudier les moyens à employer pour établir la péréquation des taxes relatives aux divers modes d'éclairage :

M. Meyer-May, ancien président du Syndicat des industries électriques;

M. Laurans (Paul), administrateur délégué de la Société française d'incandescence par le gaz.

Art. 2. — Le présent arrêté sera déposé au bureau du contreseing pour être notifié à qui de droit.

Fait à Paris, le 26 avril 1912.

L.-L. Klotz.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Ampèremètre-Voltmètre avec transformateur d'intensité

A SENSIBILITÉ RÉGLABLE

La société anonyme *C. G. S.* (ancienne maison Olivetti et C°) vient de réaliser un modèle d'ampère-voltmètre transportable qui comporte, réunis dans une même boîte, un voltmètre à deux sensibilités, un ampèremètre et un petit transformateur d'intensité. Ce transformateur est disposé de manière à pouvoir modifier à volonté le rapport de transformation et, par conséquent, la sensibilité de l'ampèremètre.

Comme on le voit sur la figure 163, le noyau du petit transformateur d'intensité est à moitié renfermé à l'intérieur de la boîte, tandis que l'autre moitié se trouve en dehors, affectant la forme d'une poignée.

La partie du noyau du transformateur qui se trouve à l'intérieur porte l'enroulement secondaire relié directement à l'ampèremètre qui, destiné à la mesure de courants alternatifs, est du type électromagnétique. La partie extérieure de ce noyau reçoit l'enroulement primaire au moment d'utiliser l'instrument et on le constitue avec le conducteur même dans lequel circule le courant qu'il s'agit de mesurer.

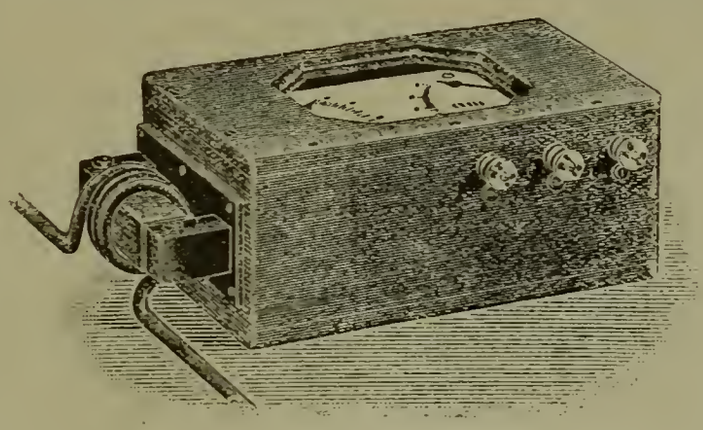


Fig. 163.

A cet effet, on fait un, deux, trois, etc. tours avec ce conducteur sur le noyau du transformateur, comme le montre la figure, formant ainsi un enroulement provisoire, le nombre de tours dépendant de la sensibilité que l'on veut obtenir.

Pour que l'aiguille de l'ampèremètre puisse parcourir la totalité de l'échelle, il faut nécessairement un certain nombre d'ampères-tours.

Dans les instruments du type normal, la graduation de l'ampèremètre va de 0 à 180 et si l'on fait passer le conducteur une seule fois sur le noyau, la constante de l'instrument est égale à 1 et l'on peut mesurer de 0 à 180 ampères, l'enroulement primaire du transformateur ayant alors 180 ampères-tours En faisant passer deux fois le conducteur, la constante est égale à 1/2 et l'on peut mesurer des intensités allant jusqu'à $\frac{180}{2} = 90$ ampères. Avec trois passages du conducteur, comme le montre la figure 163, on a la constante 1/3 et l'ampèremètre ayant une sensibilité trois fois plus grande peut mesurer des intensités de $\frac{180}{3} = 60$ ampères. Avec n passages, c'est-à-dire avec n tours complets moins 1, la constante de l'instrument devient n fois plus petite que dans le cas d'un simple passage du conducteur.

On a ainsi la facilité d'obtenir une sensibilité quelconque de l'ampèremètre jusqu'au maximum qui, dans le cas considéré, est de 180 ampères, mais qui, dans d'autres instruments, peut être de 240 ampères ou même plus.

La variation de sensibilité de l'ampèremètre s'obtient simplement en faisant faire au conducteur, utilisé pour constituer le primaire du transformateur, un nombre de tours suffisant et de tenir compte de la constante correspondante. Ainsi, par exemple, si l'on a à mesurer une intensité de 25 à 35 ampères, il suffit de faire faire au conducteur quatre tours, soit cinq passages et, en lisant sur l'échelle 150, on a comme valeur $\frac{150}{5} = 30$ ampères.

Indépendamment de l'utilité qu'il y a de disposer d'un ampèremètre à sensibilité réglable et, par conséquent, susceptible d'effectuer des mesures d'intensité dans des limites très étendues, il y a lieu de considérer que cet instrument comporte aussi un voltmètre à deux sensibilités 150 et 300 volts ou bien 300 et 600 volts, permettant de mesurer des tensions dans des limites très étendues, c'est-à-dire à partir de 1/10 de la tension maximum.

L'ensemble des trois appareils est contenu dans une petite boîte ayant 9,5 × 13,5 × 22 cm, pesant moins de 4 kg et enfermée dans un étui pour en faciliter le transport.

Les types normaux se construisent pour 180 et 240 ampères, mais on peut les établir pour des

intensités plus grandes. Toutefois, dans ce dernier cas, il est préférable d'utiliser un transformateur portatif à six rapports de transformation que nous aurons prochainement l'occasion de décrire.

J.-A. Montpellier.

L'Isolation en électrotechnique.

(Suite) (1).

Nous avons vu de quelle façon active les isolants ou diélectriques participent aux phénomènes du champ électrique; ces phénomènes eux-mêmes tirent une clarté particulière de la considération du potentiel.

On peut dire du champ électrique qu'il est un état dissymétrique provoqué dans un milieu par la présence de corps électrisés; tandis qu'avant l'électrisation, les propriétés de ce milieu étaient les mêmes dans toutes les directions, celle ci fait apparaître de nouvelles propriétés suivant certaines directions; privilégiées (phénomènes de Kerr, de Duter, orientation des corps allongés dans le champ, etc.); le milieu était isotrope, il est devenu anisotrope, électriquement parlant s'entend. Ces effets ne sont pas sans analogie avec ce que produit la cristallisation : la physique nous apprend que les corps cristallisés n'ont pas les mêmes propriétés optiques dans toutes les directions et qu'il existe des relations déterminées entre les propriétés optiques des cristaux et les éléments de symétrie de leurs formes géométriques.

Les deux propositions suivantes permettent d'arriver à ces relations et le lecteur les comprendra sans peine.

Si certaines causes produisent certains effets, les éléments de symétrie des causes se retrouvent dans les effets produits.

Si, au contraire, certains effets manifestent quelque dissymétrie c'est que celle-ci existe aussi dans les causes.

En appliquant ces règles, on reconnaît que la symétrie maximum du champ électrique est celle du cône droit à base circulaire. Il existe des éléments plus symétriques, la sphère, le cylindre droit à base circulaire, mais il est facile de voir que leur symétrie est incompatible avec celle du champ, puisque ces figures possèdent des axes de symétrie dont les deux sens sont équivalents, alors que nous savons qu'en chaque point la direction du champ et le sens sur cette direction sont parfaitement déterminés. Aussi ne pourrait-on produire de champ électrique avec des systèmes procédant de la symétrie sphérique ou cylindrique; par contre, on peut en produire avec une partie seulement des éléments de la symétrie du cône droit à base circulaire. L'expérience confirme bien cette théorie sur laquelle nous ne pouvons insister malgré le grand intérêt général qu'elle présente.

Une flèche peut se concevoir comme la section d'un cône circulaire droit par un plan passant par l'axe. Ceci explique comment le champ électrique est parfaitement représenté par une flèche convenablement orientée, ayant même sens et direction et une longueur figurant à une certaine échelle la valeur numérique. Toute grandeur physique susceptible d'une représentation de ce genre est une grandeur vectorielle à laquelle on peut immédiatement et légitimement appliquer toutes les propriétés démontrées en mécanique pour les vecteurs.

Nous avons vu que, un système de corps électrisés étant donné, la valeur du champ en chaque point ne dépend que de la position du point considéré, c'est-à-dire des coordonnées de ce point si on fait usage de la représentation cartésienne. Les théories de la mécanique prouvent qu'un système de vecteurs qui satisfait à ces conditions possède une fonction des forces et un potentiel, c'est-à-dire, une fonction des coordonnées telle que sa dérivée, prise suivant une direction quelconque et changée de signe, donne en chaque point la valeur de la composante du champ suivant cette direction.

Avec les notations employées au cours de ce travail, cette fonction potentielle ou simplement le potentiel est

$$U = \Sigma \frac{1}{K} \frac{Q}{R} + \text{une constante arbitraire.}$$

Q désigne une des charges électriques créant l'état de champ et R la distance entre le point où le potentiel est U et cette charge; le signe Σ

(1) Voir *l'Electricien*, 1912, n° 1109, 30 mars, p. 197, et n° 1113, 27 avril, p. 261.

signifie qu'on doit faire la somme algébrique des quotients $\frac{Q}{R}$ relatifs à chacune des charges créant le champ.

Ceci appelle une explication : supposons, par exemple, qu'il y ait un seul corps électrisé A placé dans l'air (K = 1) portant une charge électrique Q. Le potentiel en un point M à distance R (fig. 164) sera

$$\frac{Q}{R} + \text{constante}.$$

Mais la charge Q étant répartie d'une certaine façon à la surface de A, on ne sait pas bien ce

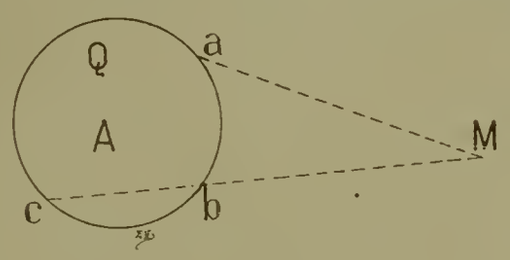


Fig. 164.

que c'est que la distance R; il y a incertitude, on ne sait pas, *a priori*, si on doit prendre pour R la longueur M*a* ou M*b* ou M*c*. Cependant, si les dimensions du corps A sont petites par rapport à la distance qui le sépare du point M, on peut prendre pour R la distance de M au centre de figure de A. Dans tout autre cas, on est conduit à envisager une somme de termes, individuellement très petits et en nombre très grand : on découpe par la pensée la surface extérieure du corps A en parties très petites, on calcule le potentiel produit en M par chacun de ces petits éléments de surface électrisée et c'est la somme de tous ces termes qu'on prend pour valeur du potentiel en M. Il est bon d'observer qu'on fait ainsi, et implicitement, cette hypothèse fréquente en physique que l'action totale d'un corps est la somme des actions qu'exerceraient ses parties élémentaires supposées indépendantes les unes des autres. Les résultats sont d'ailleurs d'accord avec l'expérience.

Les procédés du calcul intégral permettent de résoudre, au moins avec telle approximation qu'on veut, ces questions sur lesquelles nous n'insisterons pas davantage.

La constante arbitraire qui figure dans l'expression du potentiel a une grande importance théorique : elle signifie que le potentiel n'est pas connu, pas déterminable en valeur absolue. La valeur de cette constante est ce qu'on veut; mais une fois qu'on l'a fixée numériquement, quelle qu'elle soit, le potentiel est complètement déterminé et il est égal en tous les points à la somme

$$\Sigma \frac{1}{K} \frac{Q}{R}$$

(dont nous avons donné la signification) ajoutée à la valeur choisie pour la constante arbitraire. Il en résulte que si on cherche la différence du potentiel entre deux points A et B comme la constante arbitraire est la même pour tous les points, elle disparaît nécessairement et la différence de potentiel $U_A - U_B$ ne contenant plus d'arbitraire est complètement déterminée. En distinguant par les indices A et B les valeurs des distances R relatives respectivement à ces points, les potentiels U_A et U_B sont

$$U_A = \Sigma \frac{1}{K} \frac{Q}{R_A} + \text{constante}$$

$$U_B = \Sigma \frac{1}{K} \frac{Q}{R_B} + \text{constante}$$

dont la différence

$$U_A - U_B = \frac{1}{K} \frac{Q}{R_A} - \Sigma \frac{1}{K} \frac{Q}{R_B}.$$

ne dépendant que des distances R_A, R_B, est parfaitement déterminée.

Puisque ce sont seulement les différences de potentiel qui nous sont accessibles, il faut pour les évaluer faire choix d'un terme de comparaison, d'une origine des potentiels. On choisit pour potentiel zéro le potentiel de la terre : en raison de ses dimensions, sa capacité d'absorption des charges électriques est en effet considérable, pratiquement infinie, ce qui assure la constance de son potentiel.

En résumé, on montre en mécanique que tout système de vecteurs qui n'est fonction que des coordonnées admet un potentiel; le champ électrique, vecteur remplissant ces conditions, admet donc un potentiel et nous nous trouvons là en présence d'un simple cas particulier d'une théorie plus générale. A propos de cette théorie, les personnes curieuses de développements mathématiques liront avec intérêt l'ouvrage de Clausius sur *la Fonction potentielle*.

Pour éclairer cette notion du potentiel qui, malgré tout ce qu'on en peut dire, reste quelque peu mystérieuse pour ceux qui n'ont pas une suffisante initiation mécanique, on a imaginé toute une série de raisonnements analogiques, d'images plus ou moins parfaites qui s'adressent à l'intuition, au sentiment, pourrait-on dire, beau-

coup plus qu'ils ne procèdent du raisonnement logique.

Parmi ces images une des plus simples est em-

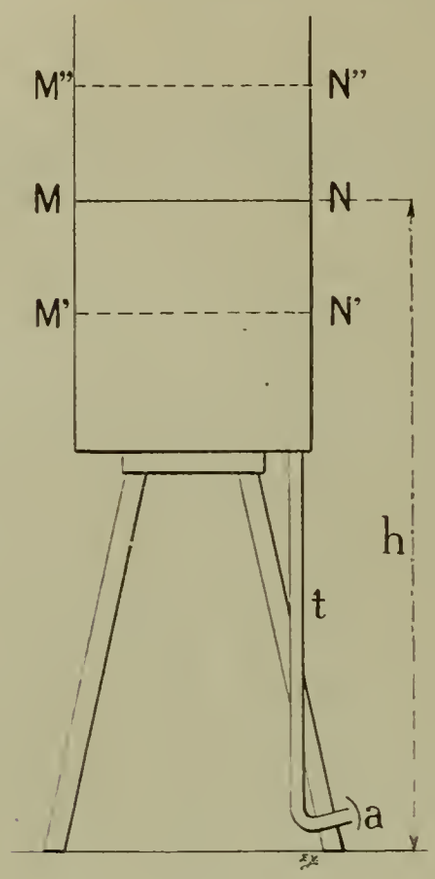


Fig. 165.

pruntée à l'hydraulique ou plutôt à l'hydrostatique. Soit un réservoir contenant 1 m³ d'eau placé, par exemple, à 1 m au-dessus du sol (fig. 165). Raccordons à sa base un tuyau *t* muni à son orifice inférieur *a* d'une membrane élastique convenablement maintenue et empêchant l'eau de s'écouler. Sous la pression de l'eau, nous voyons la membrane élastique se déformer, se distendre.

Nous concevons qu'on puisse rendre cette déformation plus accessible à l'observation et même

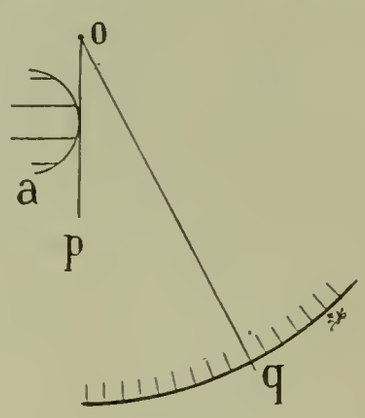


Fig. 166.

la mesurer et en déduire la pression exercée par l'eau. Par exemple (fig. 166), nous pouvons placer contre la membrane *a* la petite branche *o p* d'un levier coudé *p o q*, oscillant autour du point *o*, et dont la grande branche se déplace devant un cadran gradué.

Selon qu'on abaissera ou qu'on élèvera le niveau M N de l'eau dans le réservoir, par exemple en M'N' ou M''N'', la membrane se dilatera ou se contractera davantage et nous verrons l'aiguille indicatrice dévier à gauche ou à droite.

Au lieu d'augmenter le niveau MN nous pouvons, allongeant le tuyeau *t*, hausser le réservoir.

Si le niveau dépassait une certaine hauteur nous verrions la membrane élastique, pressée au delà de sa résistance, éclater et l'eau tomber au niveau inférieur.

Dans sa chute, cette eau rend disponible une certaine quantité de travail mécanique qu'on pourrait recueillir et utiliser avec le secours d'une

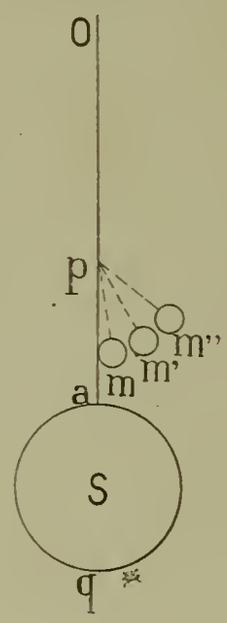


Fig. 167.

turbine. Ce travail est évidemment proportionnel à la masse d'eau qui tombe, mais aussi, — et c'est en cela que réside l'analogie, — à la hauteur *h* du niveau M N. Cette dénivellation représente ainsi une certaine quantité de travail réalisable, de l'énergie latente ou en puissance ou potentielle qui se manifeste dès qu'on supprime l'obstacle qui la retient à cet état latent ou potentiel.

Suspendons maintenant par un fil de soie O*a* (fig. 167) une sphère de cuivre munie d'un petit pendule électrique *p* composé d'une balle de sureau *m* suspendue par un fil très fin attaché en *p* au fil de soie. La sphère S n'étant pas électrisée, la petite boule *m* pend verticalement le long du fil de suspension.

Chargeons maintenant la sphère de cuivre S d'une certaine quantité *Q* d'électricité. Immédiatement nous voyons le pendule électrique dévier. Cette déviation augmente avec la quantité qu'on accumule sur la sphère *S*, dont le potentiel croît

en même temps. Si on continuait à ajouter de nouvelles charges électriques, le potentiel de S continuerait à croître et il arriverait un moment où l'air environnant, comme la membrane élastique tout à l'heure, céderait, laissant l'électricité de la boule s'écouler vers les corps extérieurs en produisant certains phénomènes lumineux, acoustiques, thermiques qui rendent manifeste la libération concomittante d'une certaine quantité d'énergie.

Nous avons vu qu'on pouvait recueillir dans une turbine l'énergie libérée par l'écoulement de l'eau du niveau supérieur au niveau inférieur.

De même nous pouvons mettre le corps électrisé qui a été porté au potentiel U en communication par un fil très fin avec un autre corps à un potentiel inférieur. Les charges électriques du corps au potentiel U s'écouleront par le fil vers le corps dont le potentiel est plus petit que U et ce déplacement des charges électriques, ce courant électrique cessera lorsque le potentiel du premier corps ne sera plus supérieur à celui du second S'il est pris suffisamment fin, on verra le fil de communication rougir, manifestant un dégagement de chaleur qu'on pourrait, d'ailleurs, utiliser pour chauffer un liquide par exemple et qui est le signe extérieur de cette libération d'énergie.

L'analogie des deux ordres de phénomène paraît complète : cependant, dans le cas de la pesanteur, c'est la différence de niveau entre le point occupé par le corps pesant et le point le plus bas qu'il peut atteindre qui joue le principal rôle; dans l'exemple du réservoir d'eau, la masse d'eau en jeu peut même rester sensiblement constante si on ne tient pas compte de la petite quantité d'eau contenue dans le tuyau. Au contraire, dans le cas de l'électricité, on n'obtient l'élévation du potentiel que par des additions croissantes de charges électriques. Ceci pourrait faire croire que la notion de potentiel n'est pas distincte de celle de charge. Théoriquement, la confusion est impossible, mais nous citerons plus loin un fait qui peut établir cette distinction d'une manière élémentaire.

Quoi qu'il en soit, le potentiel joue, par rapport aux phénomènes électriques, le même rôle que la différence de niveau pour les corps pesants libres d'obéir aux sollicitations de la pesanteur.

On trouverait des analogies semblables entre la notion de température, qui caractérise le niveau thermique des corps et la notion du potentiel. C'est la température qui règle les échanges de chaleur entre les corps, ou mieux c'est la différence de température, tout comme les différences de potentiel règlent entre corps électrisés les échanges de flux d'induction ou même ceux de charges électriques.

Nous n'insisterons pas davantage sur ces rapprochements.

(*A suivre*).

Manuel du Praticien.

Les causes de dérangement des machines électriques. Leur recherche et leur réparation.

I

DYNAMOS GÉNÉRATRICES A COURANT CONTINU

(Suite et fin) (1).

La dynamo produit du bruit ou une trépidation excessive pendant qu'elle est en marche.

Lorsqu'un bruit anormal ou des trépidations excessives se produisent pendant le fonctionnement d'une dynamo, il faut immédiatement en rechercher la cause et procéder à un examen minutieux de la machine. Le plus souvent, le dérangement provient des causes suivantes :

A]. *Écrous desserrés*;

B]. *Chocs de l'épaulement de l'arbre, du moyeu de la poulie ou du bord de la courroie contre les coussinets ou les paliers ;*

C]. *Induit ou poulie mal équilibré ;*

D]. *Chocs de l'induit contre les pièces polaires*;

E]. *Joint de la courroie battant contre la poulie ;*

F]. *Ronflement dû aux dents du noyau de l'induit lors de leur passage devant les pièces polaires ;*

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1109, p. 200; n° 1110, p. 216; n° 1112, p. 248 et n° 1113, p. 266.

G]. *Mauvais calage des balais qui grincent sur le collecteur.*

Les trépidations peuvent être dues également à ce que le bâti de la dynamo est mal fixé au sol.

A.] Ecrous desserrés.

L'examen attentif de tous les organes comportant des écrous, tels que coussinets, poulie, etc., suffit pour trouver les parties défectueuses. Ce défaut, qui se produit fréquemment, peut être très facilement évité si l'on prend la précaution de visiter tous les écrous et tous les organes susceptibles de se desserrer chaque fois que l'on doit mettre la dynamo en marche.

B.] Chocs de l'épaulement de l'arbre, du moyeu de la poulie ou du bord de la courroie contre les coussinets ou les paliers.

Ces défauts sont faciles à découvrir: un simple examen de ces organes suffit. Une fois le point défectueux reconnu, il n'y a qu'à passer l'arbre au tour pour donner du jeu entre les butées ou à déplacer la poulie sur l'arbre pour qu'il ne se produise plus de chocs ou, enfin, à tendre la courroie pour qu'elle ne glisse plus sur la poulie et qu'elle ne frotte plus, par son rebord, sur les paliers.

On peut obtenir le même résultat en limant le palier et le coussinet sur le bord.

Pour que le jeu soit convenable entre le bord de la poulie, l'épaulement de l'arbre et les coussinets correspondants, il faut de 1,5 mm à 3 mm.

Ce dérangement est également caractérisé par l'échauffement des paliers, comme on l'a indiqué en C, § *f*.

C.] Induit ou poulie mal équilibré.

En plaçant la main sur le bâti de la dynamo en marche, on sent de fortes vibrations qui varient d'intensité avec les changements de vitesse imprimés à la dynamo.

Dans ce cas, on vérifie séparément l'induit et la poulie et, à cet effet, on enlève l'arbre et l'induit et on les place sur deux traverses métalliques, disposées bien horizontalement à l'aide d'un niveau et suffisamment écartées pour que l'induit puisse tourner librement. Il convient que la partie supérieure de ces traverses, sur lesquelles repose l'arbre, soit taillée en biseau et que l'induit repose sur ces couteaux par l'intermédiaire des fusées de l'arbre.

Tout étant ainsi disposé, on fait tourner lentement l'induit à la main, en avant et en arrière, et on reconnaît alors facilement si l'un des côtés est plus lourd que l'autre, autrement dit, si l'induit est mal équilibré, à la tendance que prend la partie la plus lourde de revenir vers le bas.

Ce défaut d'équilibre se corrige en fixant *très solidement* un poids additionnel en plomb du côté le plus léger. On peut aussi procéder par soustraction de matière, mais l'adjonction d'une plaque métallique, fixée au croisillon au moyen de vis, à l'endroit diamétralement opposé au balourd, est le procédé ordinairement employé. On procède par tâtonnement pour déterminer l'importance du poids à ajouter. La plaque doit être fixée très solidement en employant un dispositif empêchant le desserrage des vis, afin d'éviter qu'en cours de marche la plaque ne vienne à se détacher, ce qui pourrait causer un grave accident.

L'équilibrage est suffisant lorsque l'induit, lamé à la main sur les traverses, s'arrête sans balancement, quelle que soit sa position.

D]. Chocs de l'induit contre les pièces polaires.

Un enroulement mal fixé peut produire ce défaut. Dans tous les cas, il suffit de faire tourner l'induit, d'examiner soigneusement sa surface pour voir s'il n'y a rien d'anormal et, enfin, de vérifier s'il y a partout, entre l'induit et les pièces polaires, un espace libre qui ne doit pas être inférieur à 1,5 mm. Il est ainsi aisé de voir, en faisant tourner l'induit lentement, à la main si possible, si quelque partie frotte sur la surface des pièces polaires.

On peut facilement réparer ce défaut en rabattant les parties saillantes ou en faisant rentrer et fixant solidement les fils mal assujettis. On pourrait aussi, au besoin, s'il est impossible de faire autrement, limer l'intérieur des pièces polaires là où frotte l'induit.

E]. Joint de la courroie battant contre la poulie

Lorsque le joint est mal fait et présente une épaisseur plus grande que le reste de la courroie, il se produit, au moment du passage du joint sur la poulie, un bruit assez fort se reproduisant à intervalles périodiques, autrement dit à chaque passage.

On remédie à ce défaut, soit en refaisant le joint, soit en utilisant une courroie sans fin.

F]. Ronflement dû aux dents du noyau de l'induit lors de leur passage devant les pièces polaires

Lorqu'une dynamo comporte un induit denté, il se produit toujours un léger ronflement pendant son fonctionnement.

Ce ronflement ne constitue un défaut que dans le cas où, une dynamo étant mise en service pour la première fois, ce ronflement serait trop intense. Le défaut est alors dû à un vice de construction tel qu'une section transversale trop faible des dents ou d'arêtes trop vives aux pièces polaires, etc.

Lorsque le ronflement augmente notablement dans une dynamo ayant déjà fonctionné normalement, cela peut provenir d'un courant d'excitation trop intense, ce qu'il est facile de constater à l'aide d'un ampèremètre. On supprime alors ce ronflement anormal en augmentant la résistance du courant d'excitation.

E]. Mauvais calage des balais qui grincent sur le collecteur.

On s'assure que ce défaut provient bien de cet organe en approchant l'oreille du collecteur. De plus, il y a production d'étincelles.

La cause de ce dérangement est due soit aux balais

qui sont mal fixés, soit à un collecteur présentant des rugosités, soit à des balais en charbon pierreux ou trop dur.

Une fois la cause déterminée, il est facile d'y remédier, soit en réglant la position des balais et en les fixant solidement dans leur porte-balais, soit en faisant disparaître, par les moyens déjà indiqués, les rugosités du collecteur, soit, enfin, en remplaçant les balais défectueux.

L'organe mobile de la dynamo ne tourne pas à sa vitesse angulaire anormale.

Ce ralentissement de vitesse peut provenir des causes suivantes :

A]. Surchage de la dynamo;

B]. Court-circuit dans l'induit;

C.] Coussinets trop serrés ou présence de poussières et de corps étrangers dans les coussinets;

D]. Frottement de l'induit contre les pièces polaires.

A]. Surcharge de la dynamo.

Le ralentissement de vitesse est accompagné d'une production anormale d'étincelles aux balais et de l'échauffement des paliers et de l'induit. En outre, la courroie est fortement tendue et l'ampèremètre indique une intensité anormale.

Le ralentissement de vitesse est une conséquence de dérangements déjà signalés (Voir *Production de fortes étincelles aux balais* A] §§ *a*, *b* et *c*).

B]. Court circuit dans l'induit.

Le ralentissement est la conséquence de dérangements déjà signalés. Il est, en outre, caractérisé par un échauffement anormal de l'induit et par la production d'étincelles aux balais.

On procède comme il a été indiqué à propos de la *forte production d'étincelles* en F], *court-circuit dans l'induit* et dans la partie relative à l'*échauffement anormal des organes de la dynamo*, A] § *b*.

C]. Coussinets trop serrés ou présence de poussières et de corps étrangers dans les coussinets.

Les paliers chauffent d'une façon anormale. On procède alors comme on l'a indiqué à propos de l'*échauffement anormal des organes de la dynamo* C] §§ *b*. et *d*.

Le ralentissement peut aussi être dû à un défaut de graissage. Voir *échauffement anormal des organes de la dynamo* C] § *a*.

D]. Frottement de l'induit contre les pièces polaires.

Le ralentissement de vitesse est accompagné de la production d'un bruit anormal (Voir *la dynamo produit du bruit* D].

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ALTERNATEURS

Un alternateur à 30 000 volts.

Suivant l'*Electrician*, la maison Ganz et Cie de Budapest construit actuellement un générateur triphasé appelé à produire du courant sous 30 000 volts et à la fréquence de 45. Cette machine a été calculée pour une puissance de 5200 KVA; elle mesure 3,9 m de diamètre et doit faire 225 tours par minute. Elle est destinée à la station génératrice de la société Anglo-Roma de Rome, où elle fonctionnera en parallèle avec deux autres machines développant la même tension et en service depuis plus de cinq ans. Une pareille tension obtenue aux bornes du générateur dispense d'utiliser des transformateurs pour augmenter la tension. — G.

APPLICATIONS DIVERSES

Les applications électriques de la métallisation.

système schoop (1)

Par le procédé Schoop, on peut déposer une couche d'un métal quelconque à la surface d'un objet, même non métallique, et on peut métalliser des substances inflammables. On peut donner à la couche de métal une épaisseur de un centième à plusieurs millimètres; elle peut recouvrir seulement une partie de l'objet, de manière à y former des dessins; à volonté, on peut la faire adhérer solidement ou bien la rendre facile à détacher, de manière à obtenir un moulage.

Le principe de la méthode consiste à projeter à la surface de l'objet à métalliser du métal en fusion, finement pulvérisé, qui forme une sorte de brouillard, de manière que les particules se soudent les unes aux autres et constituent à la surface de l'objet une couche homogène; on pourrait désigner la méthode sous les noms de métallisation par aspersion, par pulvérisation, par bombardement.

Le procédé rappelle donc celui bien connu de l'application d'une couche de peinture au moyen d'un vaporisateur, et sa simplicité est telle, qu'il est difficile de s'expliquer comment il se fait qu'on ne l'ait pas employé beaucoup plus tôt.

(1) Conférence faite à la Société internationale des électriciens, le 10 janvier, par M. Loppé, ingénieur des Arts et Manufactures.

Il est dû à M. Schoop, l'ingénieur suisse bien connu pour ses travaux sur les accumulateurs et l'électrochimie. M. Schoop, un jour que ses enfants s'amusaient à tirer contre un mur avec une carabine Flobert, remarqua que les balles qui venaient frapper des pierres s'y écrasaient et produisaient une couche de plomb très adhérente; de là, vint la première idée du procédé. L'expérience, répétée avec de la grenaille, lui montra que les grains de plomb, en s'écrasant, forment une couche bien homogène, pourvu que leur surface soit bien décapée, débarrassée de toute trace de graphite de polissage.

Dans le premier appareil de métallisation cons-

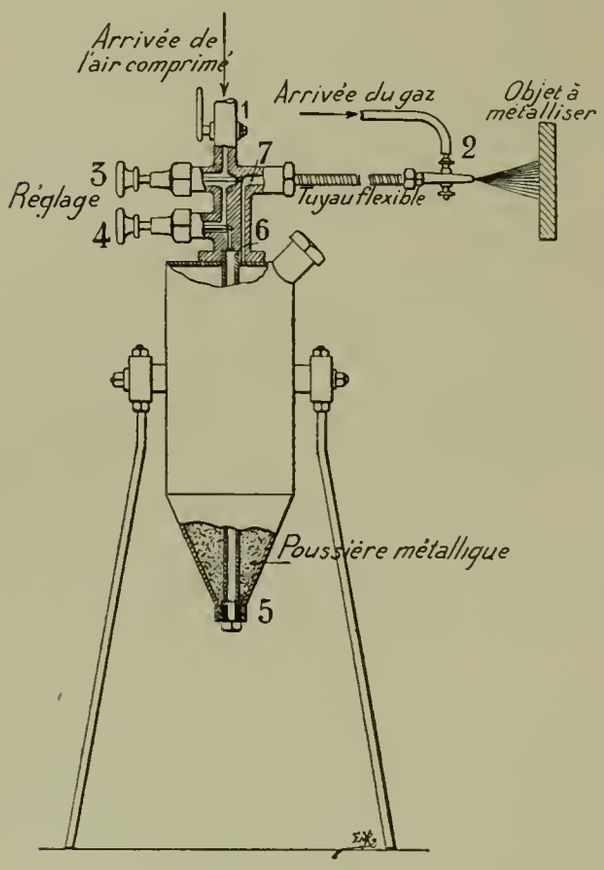


Fig. 168. — Dispositif Schoop pour la métallisation.

truit par M. Schoop, un filet de métal fondu est entraîné et pulvérisé par un jet de vapeur sous pression; un appareil de ce genre est employé avec avantage dans le cas d'une installation à poste fixe.

Dans les appareils portatifs, comme on pourrait difficilement avoir du métal en fusion, on emploie de la poudre métallique, qui est entraînée par un jet de vapeur ou de gaz sous pression. Le gaz peut être préalablement porté à haute température, ou le jet traverser une zone spécialement chauffée, au moyen d'une flamme quelconque, une résistance ou un arc électrique.

On peut donner à un appareil portatif la forme indiquée sur la figure 168, dans lequel la lance d'où sort le jet est placée à l'extrémité d'un tuyau flexible, qui est réchauffé par une flamme de gaz.

Le gaz arrive par le tuyau 2 dans une tubulure concentrique au tuyau d'échappement 7 du jet entraînant la poudre de métal. L'air, ordinairement à la pression de 5 kg par cm², arrive par le tuyau 1 dans une boîte de distribution munie de deux robinets-pointeaux, 3 et 4. En manœuvrant le robinet-vanne 3, on peut faire arriver directement l'air comprimé à la conduite 7; en manœuvrant le robinet 4, l'air vient à la partie inférieure de l'appareil, dans le cyclone où se trouve la poudre de métal, et en entraîne dans le tuyau 7 et dans la conduite flexible aboutissant à la lance.

On introduit la poudre métallique par une ouverture ménagée à la partie supérieure, fermée par un bouchon à vis. Pour vider l'appareil, on le fait basculer, et les dernières traces de métal sont enlevées en envoyant de l'air comprimé.

La mise en marche se fait de la manière suivante : on ouvre d'abord l'arrivée du gaz 2 et on enflamme celui-ci; on ouvre ensuite l'arrivée de l'air comprimé et on manœuvre le robinet-pointeau 3, de manière à avoir une bonne flamme. On manœuvre ensuite le robinet-pointeau 4 pour avoir un jet entraînant de la poudre de métal, et on règle définitivement en agissant à la fois sur les deux robinets 3 et 4.

Les parcelles métalliques sont entraînées par le jet gazeux avec une vitesse qui dépend de plusieurs conditions : vitesse du gaz, densité de celui-ci, finesse de pulvérisation et densité du métal; il est impossible de mesurer directement ou de calculer cette vitesse.

On peut calculer la vitesse du jet gazeux, quand on connaît la pression, en employant la formule de Torricelli : la vitesse croît avec la pression et décroît quand la densité du gaz augmente; de sorte que, pour une pression donnée, c'est avec de l'hydrogène que l'on obtient la vitesse la plus grande. Avec de la vapeur à la pression de 25 kg par cm², on peut obtenir une vitesse de 25 km par seconde; avec de l'azote comprimé à 10 kg par cm², 900 m par seconde, c'est à peu près la vitesse initiale de la balle d'un fusil de guerre.

Dans chaque cas, suivant la nature du gaz, celle du métal, la finesse de pulvérisation de celui-ci, la plus ou moins grande dureté de la couche à obtenir, on doit avoir une pression donnée; c'est l'expérience seule qui peut permettre de la déterminer.

Au moment du choc des parcelles de métal contre la surface à recouvrir, il y a transformation de la force vive en chaleur, et cette chaleur contribue à les rendre fluides, de sorte qu'elles se soudent bien les unes aux autres; la condition principale pour avoir une couche bien homogène est que les particules ne soient pas recouvertes d'une pellicule d'oxyde. C'est pour cela qu'avec certains métaux très oxydables on doit employer un gaz inerte, ou même réducteur, et le chauffage électrique.

Il se produit un phénomène remarquable grâce auquel, dans certains cas, on peut métalliser des

objets inflammables. Au moment où le gaz se détend, il y a refroidissement considérable, le métal se solidifie rapidement et la température de la surface reste basse; avec certains métaux, cette température est inférieure à 60°. On peut métalliser du celluloïd, des fleurs, des fruits, et même recevoir le jet sur la main.

L'épaisseur de la couche de métal dépend naturellement de la quantité de métal entraîné et de la vitesse de déplacement du jet et de la surface à recouvrir; elle peut varier d'un centième de millimètre à plusieurs millimètres.

Les parcelles déposées les premières sont pour ainsi dire martelées par les suivantes, et on obtient une couche plus ou moins dure et dense, suivant la force de projeetion, qui varie avec la pression du gaz; on est donc maître de la dureté de la couche. Par exemple, avec du plomb entraîné par de la vapeur, on a obtenu une couche d'une densité de 9,5, tandis que, quand on l'entraîne dans les mêmes conditions et à la même pression avec de l'hydrogène, la densité est de plus de 11; ceci provient de ce que, quand on emploie de l'hydrogène, la vitesse est beaucoup plus considérable.

Avec une presion de 5 kg par cm², on obtient déjà un dépôt de zinc d'une densité de 7,42, dont la dureté est de 48 0/0 plus élevée que celle du zinc fondu (dont la densité est 7,29).

On a procédé du reste dans divers laboratoires à des essais de dureté et à des études micrographiques. En plaçant devant l'objet à métalliser un écran ou cadre, en carton ou en métal, dans lequel on a aménagé des ouvertures convenables, écran que l'on retire ensuite, la couche peut former n'importe quel dessin sur l'objet. Les objets exposés montrent l'extrême finesse de dessin obtenue sur verre, sur porcelaine, sur des étoffes, etc.

Le dépôt obtenu peut : 1° être adhérent; 2° être séparé de l'objet recouvert dont il constitue un moulage.

L'adhérence du dépôt sur une surface dépend du traitement préalable que l'on a fait subir à celle-ci; il faut, dans tous les cas, qu'elle soit bien débarrassée de toute trace de graisse. On peut la décaper d'une manière quelconque, la passer au jet de sable, la chauffer, etc.

Par exemple, quand on projette du plomb sur du celluloïd, si la surface de celui-ci est lisse, on peut facilement détacher la plaquette de plomb; tandis que, si on l'a passée au jet de sable, le dépôt obtenu est si adhérent, que l'on obtient une cassure bien nette.

Avec une surface métallique bien nettoyée et décapée, il se forme certainement dans certains cas un alliage à la surface, de sorte qu'il y a adhérence intime. Quand on veut obtenir une couche pouvant s'enlever facilement, pour avoir un négatif par exemple, l'opération est facilitée en graissant la surface de l'objet, en l'enduisant de plombagine, de talc, etc.

Les applications du procédé Schoop sont innombrables; elles intéressent toutes les branches de l'industrie, et les énumérer seulement prendrait un temps trop considérable. Au point de vue électrique, j'espérais, en fixant ma conférence au mois de janvier, pouvoir vous apporter des résultats d'expériences et des dispositifs définitifs, mais je ne puis. Malheureusement, des nécessités commerciales nous ont forcés d'entreprendre des essais dans d'autres directions, de sorte que je serai forcé de revenir plus tard sur ce sujet.

On peut principalement employer le procédé : 1° pour l'empâtage des plaques d'accumulateurs; 2° pour la construction de résistances; 3° pour l'établissement de contacts, remplaçant la soudure; 4° pour la métallisation de la partie extérieure des vêtements des monteurs. On peut employer comme supports ou âmes des plaques d'accumulateurs, des substances légères, fibre, amiante, étoffe, etc., en disposant un cadre et, au besoin, des barres de répartition du courant en plomb. La meilleure substance à employer ne pourra naturellement être choisie qu'à la suite d'essais très longs; en tout cas, on pourra toujours prendre comme âme une feuille très mince de plomb. Tout ce que l'on peut affirmer actuellement, c'est qu'une couche de plomb déposée par le procédé Schoop se forme très bien, et que, même quand son épaisseur est très faible, le courant se répartit bien, même quand les barres de conductrices sont à plusieurs centimètres les unes des autres. Il sera possible de rapporter du plomb spongieux sur des plaques ayant perdu de leur capacité par suite de chute de matière active.

On pourra essayer de fabriquer à bon marché des plaques d'accumulateurs à électrolyte de composition constante (type Edison) en projetant de la poudre de fer sur une plaque de fer, et de la poudre de nickel sur une plaque de ce métal.

Pour fabriquer une résistance, on peut déposer par le procédé Schoop un filet métallique sur une plaque en ardoise, en marbre, en mica, etc., en le disposant en zig zag, de manière à l'avoir aussi long que possible, les parties de la plaque ne devant être ni passées au jet de sable, ni recouvertes de métal, étant protégées par une cache de forme convenable. On pourra, dans un appareil de chauffage, recouvrir une plaque de métal d'un vernis isolant, résistant à la chaleur, et y déposer le filet métallique formant résistance. Par exemple, sur une marmite, on pourra déposer une résistance en forme d'hélice. Avec ce système, on aura certainement un rendement calorifique des plus élevés.

Nous n'avons pas encore eu le temps de construire des résistances, mais un certificat du laboratoire de la Société des électriciens suisses prouve qu'un filet métallique obtenu par le

procédé Schoop constitue un bon conducteur.

Pour l'obtention de contacts parfaits dans le cas où la soudure peut difficilement être employée, comme par exemple pour l'éclissage électrique des rails, on peut disposer une couche de cuivre d'une épaisseur suffisante faisant corps, d'une part, avec le rail et, d'autre part, avec l'éclisse préalablement passée au jet de sable, comme le montrent les échantillons exposés, qui ont été obtenus à la hâte. On peut aussi facilement cuivrer la surface des charbons, afin d'améliorer les contacts.

On pourra, en métallisant la surface extérieure des vêtements des monteurs, mettre ceux-ci à l'abri de la haute tension, car, dans le cas de contact avec la haute tension, le courant passera par la surface métallisée.

Prof. F. Loppé, ing.

CANALISATIONS

Poteaux télégraphiques en verre armé.

Suivant le *Telephone Engineer*, on fabrique aujourd'hui des poteaux en verre destinés à supporter des lignes télégraphiques et téléphoniques. On renforce le verre en disposant et entrelaçant dans la masse de solides fils métalliques. De pareils supports seraient bien supérieurs à ceux en bois; ils résisteraient en effet aux ravages des insectes dans les contrées tropicales, ainsi qu'aux influences climatériques de la pluie, de la neige et du verglas dans les autres pays. — G.

DIVERS

Accroissement des facultés intellectuelles par l'électricité.

La *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* rapporte que le physicien suédois M. Svante Arrhénius vient de terminer la série de ses expériences de puériculture électrique que nous avons ici mentionnées l'année dernière. Ces expériences étaient destinées à déterminer si le courant électrique n'est pas de nature à exercer une influence heureuse sur le développement de l'organisme humain.

Pour effectuer ses essais, M. Arrhénius avait choisi parmi les élèves des écoles primaires de Stockholm 100 enfants qu'il partagea en deux groupes égaux de 50 sujets, en ayant soin que les deux groupes présentassent une égalité absolue sous le rapport de l'âge, de l'état de santé, de la taille et du poids du corps. Les deux groupes furent placés dans deux classes respectives présentant des conditions identiques quant aux dimensions et à l'exposition du local. L'une des classes fut transformée en une vaste cage dont la carcasse était parcourue par des courants ndustriels, et cela au moyen de fils conducteurs isolés disposés sous le plancher, sur les murs et au plafond. Les 50 élèves de cette pièce constamment chargée d'électricité se trouvaient donc, durant l'enseignement, au milieu d'un puissant bain magnétique. La classe-témoin fonctionnait dans des conditions absolument identiques, à cette exception près que les élèves ne s'y trouvaient soumis à aucune influence électrique. A noter, en outre, que ni les professeurs, ni les élèves des deux classes n'avaient le moindre soupçon de l'existence d'une installation électrique.

Après six mois de fonctionnement ininterrompu de cette installation, l'on a constaté que les élèves électrisés à leur insu présentaient une croissance moyenne de 51 mm, tandis que la taille des enfants logés dans la classe-témoin ne s'était accrue, dans le même laps de temps, que de 32 mm en moyenne.

D'autre part, on a constaté que l'intelligence des enfants électrisés s'était développée dans une mesure non moins remarquable que leur corps. En effet, on a pris comme base d'appréciation les travaux des élèves les plus avancés, et on a attribué aux meilleurs de ces travaux la note maximum 20 : on a reconnu alors que les 50 élèves de la classe électrisée avaient obtenu une note moyenne de 18,4 et que 15 d'entre eux avaient même atteint le chiffre maximum 20. Par contre, les progrès faits par les enfants de la classe-témoin dans leur développement intellectuel et dans leur instruction ont présenté une infériorité notable : la note moyenne, pour les 50 enfants non-électrisés, n'a pas dépassé 15, et seulement 9 d'entre eux ont obtenu le maximum 20.

D'autre part, les professeurs ont bénéficié, tout comme leurs élèves, du traitement électrique. Ils ont tous constaté une augmentation remarquable de leur force de résistance à la fatigue. — G.

Le laboratoire central d'électricité.

En qualité de président de la commission administrative de ce laboratoire, le professeur Bouty présente à l'Académie des sciences, dans la séance du 13 mai, le tome II des *Travaux du laboratoire central d'électricité*. Parmi les mesures et recherches que le laboratoire central exécute pour les administrations publiques ou pour des particuliers, il en est qui soulèvent des problèmes dont la portée dépasse les bornes des intérêts privés. D'autres travaux, d'une portée encore plus haute, se rapportent à la fixation, à l'étude toujours renaissante des unités et des étalons de mesure.

Sous l'habile direction et presque toujours sous l'impulsion directe de M. Janet, le laboratoire central d'électricité n'a eu garde de faillir à la double tâche qui lui incombe.

M. Bouty signale particulièrement dans cette

étude les recherches de M. Johann sur l'établissement du régime des transformateurs; de M. Jouaust sur l'étude magnétique des tôles au moyen du wattmètre; de M. Durand, sur l'influence des champs extérieurs sur les indications des compteurs électriques; de MM. Laporte et Jouaust sur l'influence exercée par la température ambiante sur l'intensité lumineuse des lampes à incandescence; de MM. Broca et Laporte sur l'étude des principales sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'œil; les essais de M. David, soit pour l'identification des balais des dynamos, soit pour la comparaison des câbles destinés aux canalisations électriques, etc.

En ce qui concerne les unités et les étalons, on lira, dit-il, avec tout l'intérêt qui s'y attache, les notes de M. Janet sur les étalons de l'ohm légal et sur les unités fondamentales; les mémoires sur la détermination par un électro-dynamomètre absolu de la force électromotrice des éléments au cadmium, de MM. Janet, Laporte et Jouaust; deux belles séries de recherches sur l'équivalent électrotechnique de l'argent, la première par MM. Janet, Laporte et de la Gorce, la seconde par MM. Laporte et de la Gorce seuls; enfin les mesures de M. Jouaust sur l'étalon de résistance et l'étalon de force électromotrice.

Dignement représenté dans tous les congrès et conférences internationales relatives aux unités, le laboratoire central d'électricité, bien qu'avec des ressources pécuniaires bien moindres, continue à tenir son rang à côté d'institutions similaires largement dotées par les grandes puissances qui les entretiennent.

ÉCLAIRAGE

Eclairage électrique des chutes du Niagara.

On lit dans l'*Electrical World* que, d'après un devis récemment dressé, on pourrait éclairer de nuit, artificiellement et complètement, les chutes du Niagara, et cela au moyen d'un outillage qui reviendrait à environ 520 000 fr en frais de premier établissement et dont l'entretien coûterait une trentaine de mille francs par an. On se propose de partager les frais de cet éclairage entre les États-Unis et le Canada. On assure que les entreprises hydraulico-électriques fourniront gratuitement l'énergie nécessaire. — G.

L'éclairage des maisons particulières par l'électricité (1).

A une réunion de la Société des industries de l'éclairage tenue le mardi 16 avril, dans la salle de la Société royale des Arts, à Londres, présidée par M. Goodenough, la discussion a porté sur l'éclairage des habitations. Suivant la coutume de la Société, il y a eu deux communications, l'une traitant l'éclairage par l'électricité de MM. W.-R. Rawlings, l'autre traitant de l'éclairage par le gaz de M. W.-H.-Y. Webber.

Divisant les habitations en cottages, maisons ordinaires et maisons bourgeoises, M. Rawlings a déclaré : — Le premier type, c'est-à-dire le cottage, le plus humble des trois, jusqu'à ces dernières années, a été négligé en ce qui concerne l'éclairage électrique, pour des raisons évidentes, mais il offre présentement un champ de promesses pour son utilisation. La première question est de savoir quel genre d'installation il convient d'adopter pour limiter la dépense aux ressources généralement restreintes. — En outre, comme on est généralement limité pour l'effet décoratif, l'éclairage est forcément réduit à une lampe pour chaque chambre, fixée à la hauteur la plus propice, soit au centre, soit près de la fenêtre, avec un abat-jour économique pour diffuser la lumière dans la chambre. A part, néanmoins, le fait que cela s'adresse à une grande partie de la population, il y a peu d'intérêt pour l'installateur à suivre cette clientèle. Considérant la maison de la classe moyenne, nous trouvons que, bien qu'il y ait naturellement beaucoup plus de demandes pour l'éclairage et l'effet décoratif, il y a des limites naturelles à la dépense.

Le conférencier conclut que l'éclairage des villes et des châteaux offre le plus de facilités pour l'éclairage artistique. Le problème de l'éclairage d'une habitation est, dit-il, entièrement différend de celui d'un club ou d'un hôtel, et il ajoute :

D'après les discussions variées qui ont pris place dans la Société et partout ailleurs, il doit être supposé peut être que la production d'une lumière artificielle imitant la lumière du jour est l'éclairage idéal; mais même si une telle lumière pouvait être obtenue à bas prix, elle est, à mon avis, impraticable pour les maisons, et devrait être réservée à certaines applications spéciales, dans les cas où la répartition uniforme de la couleur est un facteur important. Le public réclame la variété. Quand le soleil se couche, on désire pour continuer la lumière du jour disparu, les tons chauds que les éclairages artificiels fournissent aujourd'hui naturellement. A ce point de vue, la vieille lampe à filament de carbone, avec ses rayons jaunes, donne plus de satisfaction et un effet plus agréable que la lumière blanche des filaments métalliques.

M. Rawlings estime que l'art de l'éclairage dans l'habitation n'est pas d'éclairer également toutes les pièces, mais de produire une lumière plus ou moins tamisée, s'adaptant à l'emploi qu'on se propose. Le problème ne consiste pas tant à donner un éclairement d'une quantité de

(1) D'après le *Gas World*.

bougies par mètre carré de surface, que de l'approprier aux désirs et aux goûts du consommateur. Il admet toutefois un minimum de lumière pour chaque destination. Ainsi une chambre à coucher est confortablement éclairée avec une lumière de 0,2 à 1 bougie par pied carré, mais la table de toilette et la partie qui fait face aux glaces doit avoir un éclairement d'au moins 6 à 10 bougies par pied carré; mais cette intensité peut être limitée à ces points spéciaux. Une table de salle à manger exige au moins 2 5 bougies par pied carré et ne doit pas dépasser 3.5 bougies; mais le plafond et les murs de la pièce ne devront pas excéder 0,5 à 1 bougie par pied carré, de manière à ne pas éclipser le service de la table.

Le conférencier ne connaît rien de plus illogique qu'une chambre éclairée uniformément sur toute la surface du plancher et, à son avis, cette méthode est inesthétique. Il a invoqué les principes suivants pour l'éclairage intérieur :

1° Une pièce ne doit pas être éclairée uniformément partout;

2° Le filament de la lampe doit être placé de telle façon qu'il ne soit pas placé dans la ligne de vision sous des conditions normales;

3° L'emplacement des foyers doit être établi de façon à éclairer des objets spéciaux (suivant la destination et l'usage de la chambre).

4° Les petites unités de lumière doivent, en général, être préférées;

5° L'éclairage indirect devrait être adopté seulement pour l'éclairage général, ou accessoirement pour la nécessité d'un éclairage local.

L'habitation à la ville demande plus de lumière que les maisons rurales. Les clients qui considèrent une lampe de 16 bougies excessive à la campagne trouvent une lampe de 30 bougies insuffisante à la ville.

L'excès de lumière à la ville entraine le même défaut dans l'habitation et, pour cette raison, les halls et les vestibules ne devraient jamais être éclairés plus puissamment que les chambres. L'effet serait de rendre le reste des lumières insuffisant par contraste. J'ai connu un nombre de cas où l'éclairage de la maison, en général, était considéré satisfaisant jusqu'à ce qu'une lampe à filament métallique ait été placée dans le hall doublant le pouvoir lumineux antérieur et faisant considérer comme incomplet le reste de l'éclairage. C'est pourquoi il est important de ne pas avoir un excès de lumière dans les locaux moins importants, tels que les corridors.

ÉLECTROMÉTALLURGIE

Un four électrique pour la fonte des scories

L'*Electrician* signale un nouveau four électrique construit pour la fonte des scories, des riblons et des précipités de cyanures. Il s'agit d'une combinaison du four à arc et du four à résistance. On utilise quatre électrodes en charbon : deux montantes au travers de la base, deux descendantes au travers du couvercle. Quand doit commencer la fonte, on remplit partiellement le four de verre brisé et on dispose les électrodes en charbon de manière qu'elles se touchent. Dès que le courant passe, on écarte les mêmes électrodes, et il se forme un arc qui ne tarde pas à faire fondre le verre se trouvant dans son voisinage. A mesure qu'il entre en fusion, le verre devient conducteur du courant électrique qu'il ne conduisait pas à l'état solide. On écarte alors encore davantage les électrodes, en sorte que le courant passe au travers du verre fondu; enfin, la totalité de la charge devient fluide, le verre étant maintenu en liquéfaction par la résistance qu'il offre au passage du courant. Lorsque tout le verre se trouve fondu, on introduit directement dans le four, par le haut, les pièces métalliques et les scories à fondre. La chaleur initiale du verre fait entrer en fusion le métal, et alors ce dernier, eu égard à son poids spécifique plus élevé et à la fluidité du verre, tombe au fond du four où il se trouve complètement à l'abri de l'oxydation. Au bout de quelques mois de fonctionnement, le verre devient plus ou moins impur et il faut alors le retirer et le remplacer. Le nouveau four a une garniture intérieure en briques chromées : c'est la matière offrant la résistance la plus avantageuse pour cette application. Un four présentant une capacité de charge de 450 kg débite environ une tonne de métal à l'heure; et, si on le fait fonctionner de façon continue, il consomme environ 68 kw-heure. Quand le même four fonctionne par intermittences et que l'énergie électrique revient à 0,10 fr le kw-heure, la dépense en courant, pour faire fondre 450 kg de scories ou riblons, revient à environ 6,65 fr. Les frais sont alors un peu plus élevés qu'au cas de fonte avec de l'huile et du coke, mais la perte est moindre, — ce qui compense largement, assure-t-on, le surcroît de dépense du courant. — G.

ÉLECTROTHERMIE

Séchage électrique des noix.

On lit dans l'*Electrical World* :

Huit à dix jours sont généralement nécessaires, suivant l'état atmosphérique, pour faire sécher les noix que l'on expose, sur des plateaux, à l'action des rayons solaires. Or, sur la côte du Pacifique, des quantités de noix sont aujourd'hui complètement séchées en 24 heures par leur exposition à l'air chauffé électriquement. On installe les plateaux, par séries de six superposés, dans des armoires à tiroirs au-dessous desquelles on a aménagé des grils électriquement chauffés et absorbant de 500 à 700 watts par comparti-

ment. L'air, insufflé doucement au travers des grils, a sa température portée jusqu'à 140° et il se trouve dépouillé de toute humidité au moment où il passe sur les noix. Il importe, pour obtenir de bons résultats, de surveiller avec soin la température et le degré d'humidité de l'air insufflé — G.

Crémation électrique.

L'*Electrical World* rapporte que, depuis plus de trois mois, une installation crématoire électrique, comprenant trois cornues, fonctionne avec succès à Oakland (Californie). Une autre installation semblable, mais ne comportant qu'une seule cornue, fonctionne également à Pasadena (Californie). Chaque cornue consiste en une chambre voûtée à la garniture intérieure en briques, le long des deux côtés de laquelle sont fixées des résistances ayant la forme de tiges et composées d'une substance dite « calorite ». Les tiges en question mesurent 360 cm de longueur et 1,5 cm de diamètre. Elles sont repliées de manière à former chacune une longueur de 180 cm. Avec trois de ces tiges de chaque côté, les résistances de chaque cornue comprennent environ 21,6 m de tiges mesurant 1,5 cm de diamètre et absorbant 85 kw. Le corps, enfermé dans son cercueil, est mis en place lorsque la cornue est froide, 30 à 60 minutes après le lancement du courant, la température de la chambre s'élève à près de 1100° C et les matières organiques se trouvent soumises à une distillation. Une heure plus tard, il ne reste plus que les matières minérales et les cendres qui sont recueillies sur un plateau disposé *ad hoc*. La crémation électrique ne présente pas les inconvénients que comportent les fours crématoires ordinaires : flammes terrifiantes et grondement du feu, sans parler des suies, etc. A Oakland, le tarif pour l'incinération d'un corps est fixé à 260 fr. Ce chiffre, en couvrant tous les frais, donne encore des bénéfices raisonnables. — G.

INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

Une bonne opération commerciale en matière de lampes à filament métallique.

L'*Electrical Engineering* enregistre l'anecdote suivante, que lui communique un correspondant établi en Australie :

Il existe, perdue dans la brousse de la Nouvelle-Galles du Sud, une petite localité de 2000 habitants qui possède une station centrale d'un système vieilli, servant à l'éclairage et confiée aux bons soins d'un « ingénieur-électricien en chef ». Ce dernier, nommé par la municipalité, remplit en même temps les fonctions de chauffeur, d'installateur des canalisations et de mécanicien. Il est, de plus, le principal et unique fournisseur d'articles électriques de l'endroit et, durant ces dernières années, il a réalisé de très beaux bénéfices en vendant aux fermiers et aux autres consommateurs des lampes à filament métallique qu'il faisait payer environ 7 fr l'unité. Tout récemment, un des fermiers se rendit dans la grande ville la plus proche, et il fut frappé du prix insignifiant auquel il pouvait s'y procurer des lampes à filament métallique. Sur son conseil, la maison de commerce auprès de laquelle il s'était approvisionné envoya un représentant à la petite localité en question; et ce dernier, à un moment où l'ingénieur en chef précité était absent, vendit plusieurs centaines de lampes au prix ordinaire. Quand notre homme revint à son poste, il constata que l'écoulement ultérieur de ses dispendieuses lampes était compromis. Mais il avait été autrefois marin, et nous savons tous que l'on ne vient pas facilement à bout des marins. Le même soir, il jugea bon d'augmenter la tension du courant distribué, au point de brûler toutes les lampes allumées. Le lendemain matin, il fit une tournée dans la localité, poussant devant lui une brouette lourdement chargée de ses propres lampes, et il expliqua aux pauvres fermiers ahuris que, s'ils voulaient donner la préférence aux articles inférieurs allemands qui leur avaient été offerts, ils devaient en supporter les conséquences. — G.

MATIÈRES PREMIÈRES

L'antihydrone.

On lit dans le *Téo*, revue slave de la technique moderne, que la maison Fr. Pachmann de Prague vient de mettre sur le marché une nouvelle matière isolante, dite *Antihydrone*, qui résisterait absolument à l'action des acides, des eaux acidulées, du courant électrique. La même substance ne se laisserait point pénétrer par l'eau et elle préserverait le fer contre la rouille; elle pourrait prendre une couleur quelconque et s'appliquerait comme peinture pour recouvrir les métaux, le bois, la pierre, le béton, le plâtre, le verre, etc. — G.

RADIOTÉLÉGRAPHIE

L'influence de l'éclipse sur la propagation des ondes électriques.

M. Albert Turpain s'est attaché à l'étude de cette question.

Grâce à l'amabilité du commandant Ferrié, il a appris que le poste radiotélégraphique de la tour Eiffel devait effectuer des émissions destinées à étudier l'influence de la lumière sur la propagation des ondes électriques. Ces émissions ont été faites pendant une période préparatoire des-

tinée aux essais des méthodes, du 25 mars au 3 avril.

Les émissions d'ondes du jeudi 4 avril (émissions de dix secondes de durée toutes les dix secondes) faites pendant deux minutes toutes les deux heures, de 6 heures du matin à minuit, et les émissions semblables faites les 15 et 16 avril à 10 h. 40 du matin et le jour de l'éclipse (17 avril) de 8 h. 40 à 14 h. 40 : (8 h. 40, 10 h. 40, 11 h., 11 h. 15, 11 h. 30, 11 h. 45, 11 h. 50, 12 h., 12 h. 5, 12 h. 10, 12 h. 15, 12 h. 20, 12 h. 25, 12 h. 30, 12 h. 35, 12 h. 40, 13 h., 13 h. 15, 13 h. 30, 13 h. 45, 14 h. et 14 h. 40) ont été utilisées pour les mesures définitives.

Particulièrement bien outillé pour la mesure des réceptions d'ondes et habitué dès longtemps à ces mesures, puisqu'il fut un des premiers à répéter en France les expériences de Hertz et que, naguère, il a effectué les premies essais de télégraphie sans fil (octobre à décembre 1894) : réception au téléphone d'ondes électriques rythmées envoyées à travers quatre murs à 25 m de distance dans les caves de la faculté des sciences de Bordeaux; il décida de mettre à profit la proximité de son laboratoire et de la bande probable de totalité de l'éclipse pour effectuer tout un ensemble de mesures.

Ce sont ces mesures dont il a soumis le résultat à l'Académie des sciences dans la séance du 13 mai.

Les postes de réception furent Mauroc (université de Poitiers) à Saint-Benoît (Vienne), antenne de 22 m de hauteur et de 148,50 m de longueur; Poitiers (faculté des sciences), antenne de 23,50 m de hauteur et de 125 m de longueur; Saumur (Maine-et-Loire), le château, antenne de 27,50 m de hauteur et 90 m de longueur.

TRACTION

La traction électrique en Suisse.

Suivant une information publiée par l'*Electrician*, dix-neuf députés suisses, représentant diverses régions du pays, auraient saisi le Conseil fédéral d'une motion invitant ce dernier à hâter, dans la mesure de ses moyens, l'introduction de la traction électrique sur tous les chemins de fer appartenant à l'État. Cette motion a pour objet de favoriser l'exploitation des forces motrices nationales et de rendre les voies ferrées hélvétiques indépendantes des charbonnages étrangers. Les députés précités ont reçu l'assurance que la question par eux soulevée viendrait à bref délai devant le Parlement helvétique. — G.

Une voiture d'un nouveau modèle pour tramways électriques.

Suivant l'*Electrical Review*, une voiture d'un nouveau modèle, construite par MM. F. Hedley et J.-S. Doyle, de la Compagnie des tramways de New-York, a été mise en marche dans les rues de cette ville. Le nouveau véhicule, de 12 m de longueur, affecte à peu près la forme d'une torpille. Il a ses extrémités arrondies et ses roues recouvertes d'une enveloppe, en sorte qu'il semble glisser sur la voie. Il ne porte aucune plateforme à l'avant et à l'arrière. Les voyageurs y pénètrent par une porte latérale, sans avoir aucun degré à gravir, car le caisson ne se trouve qu'à 0,25 m au-dessus de la chaussée. Le conducteur est assis sur un des côtés, devant une sorte de petit pupitre. La porte latérale fonctionne automatiquement; elle ne peut s'ouvrir tant que la voiture est en marche, et la voiture elle-même ne peut démarrer tant que la porte ne se trouve point fermée. Chaque véhicule peut contenir cinquante voyageurs assis et trente debout. L'aération est assurée par huit ventilateurs automatiques. La voiture est manœuvrée par le wattman à partir d'un petit réduit aménagé sur l'avant; mais un dispositif de sûreté permet au conducteur d'arrêter lui-même la voiture en marche, à partir de son pupitre, et cela en manœuvrant un levier. Un chasse-pierre automatique applique les freins aussitôt que la voiture a atteint un piéton ou un objet quelconque. — G.

Traction avec du courant continu à haute tension aux Etats-Unis

Le *Times Engineering Supplement* nous apprend qu'une locomotive à courant continu sous 1500 volts vient d'être construite pour la compagnie « Piedmont Traction », qui doit exploiter un important réseau de chemins de fer électrique dans la Caroline du nord et la Caroline du sud (Etats-Unis). Cette tension de 1500 volts est la plus élevée qu'on ait jamais pratiquée dans les États-Unis, pour le courant continu employé pour la traction.

La locomotive en question, la première d'une série de six qui doit être fournie à l'entreprise précitée, a un poids de 55 tonnes; elle porte quatre moteurs de 180 ch sous 750 volts. Elle peut, en terrain horizontal, remorquer un train de 45 wagons de marchandises, chacun présentant en charge un poids de 45 tonnes. — G.

USINES GÉNÉRATRICES

Usines électriques municipales en Allemagne.

On lit dans l'*Electrician* que les stations centrales, édifiées en Allemagne par les municipalités, ont une tendance à passer entre les mains des grandes entreprises électriques. En présence de ce fait, il n'est pas sans intérêt de noter que le

ministère de l'Intérieur du royaume de Saxe a publié une circulaire pour réagir contre cette tendance. Il est dit dans la circulaire en question que, si l'état de choses actuel persiste, on court le risque de voir prochainement tout le pays tomber, pour son alimentation en courant électrique, sous la dépendance d'un petit nombre de puissantes entreprises; une pareille éventualité entraînerait une augmentation du prix de vente du courant, avec des effets désastreux pour l'industrie en général. Il importe donc, est-il dit dans le même document, que les municipalités ne se laissent pas influencer par des difficultés financières passagères, car s'il arrive que les usines électriques échappent à leur contrôle, elles perdront irrévocablement, du même coup, le droit de déterminer les conditions d'alimentation. — G.

Bibliographie

Maschinen und Apparate der Starkstromtechnik. Ihre Wirkungsweise und Konstruktion. *(Machines et appareils de la technique des courants industriels. Leur mode de fonctionnement et leur construction)*, par Gustave W. Meyer. Un volume format 240 × 160 mm de XIV-590 pages, avec 792 figures. Prix, broché : 15 mark. (Leipzig et Berlin, B. G. Teubner, 1912).

Le livre ci-dessus est essentiellement un résumé et un exposé d'inventions et de constructions électriques. En l'écrivant, l'auteur s'est inspiré non seulement de son expérience personnelle, mais aussi, dans une mesure importante, des travaux les plus remarquables des auteurs de la littérature technique. Il a eu soin, d'ailleurs, de s'en tenir aux seules constructions qui ont donné de bons résultats dans la pratique. Naturellement, les constructions allemandes y occupent le rang le plus éminent; pourtant les constructions étrangères, avec les différences plus ou moins caractéristiques qu'elles présentent au regard des machines allemandes, n'y ont pas été négligées.

M. G. Meyer s'est appliqué à écrire un traité pratique, donnant des idées d'ensemble, sans d'ailleurs entrer par trop dans les détails, des divers appareils et machines électriques et cela à l'usage des élèves des écoles techniques, des autodidactes et des ingénieurs praticiens, — traité dont la lecture exige seulement la connaissance préalable de la théorie de l'électricité et des éléments des mathématiques supérieures.

L'ouvrage en question se divise en deux parties consacrées respectivement au courant continu et au courant alternatif et en six grandes sections, savoir :

1re partie. Courant continu : I. Mesure, contrôle et emmagasinage de l'énergie électrique; II. La machine à courant continu; III. La transmission électrique de l'énergie à distance sous forme de courant continu.

2e partie. Courant alternatif : IV. Mesure, contrôle, production et transformation des courants alternatifs : V. Le transformateur à courant alternatif; VI. La transmission électrique de l'énergie à distance sous forme de courant alternatif.

Electrotechnik in Einzel-Darstellungen, herausgegeben von Dr G. Benischke. Heft 17. Berechnung von Wechselstromfernleitungen. *(L'électrotechnique en monographies, publiée par le Dr G. Benischke. Volume 17. Calcul des longues lignes à courants alternatifs)*, par le Dr C. Breitfeld. Un volume format 135 × 215 mm de VIII-89 pages, avec 15 figures et 2 tables. Prix, broché : 4 mark. (Brunswick, Frédéric Vieweg et fils, éditeurs, 1912).

La collection que le Dr G. Benischke publie sous le titre : « L'électrotechnique en monographies » est destinée surtout aux élèves des écoles techniques supérieures et aux ingénieurs praticiens qui désirent étudier à fond certaines branches de l'électrotechnique.

Dans le 17e volume sus-mentionné de cette collection, M. le Dr C. Breitfeld expose des calculs de lignes dans lesquels il a envisagé le cas d'une répartition uniforme de la capacité. Pour la solution des équations différentielles partielles fondamentales, l'auteur a adopté la méthode symbolique de Roessler et il indique, par une série d'exemples amplement développés, le calcul avec des grandeurs symboliques, ainsi que le devis des lignes intéressées.

A la partie construction des grandeurs de la « résistance de marche à vide » et de la « résistance de court-circuit » du conducteur, ainsi qu'en ce qui concerne le « facteur du câble » et le calcul des « propriétés effectives du câble », tiré de ces grandeurs, et enfin en ce qui concerne le « rendement maximum » du conducteur, l'étude ci-dessus consacre des chapitres spéciaux.

Pour rendre plus complètes les explications physiques, l'auteur présente également un exposé sous la forme réelle, et cela en conservant les rapports avec la théorie de Roessler. Enfin il donne la méthode d'approximation (substitution de la capacité localement concentrée à la capacité uniformément distribuée).

Nouvelles

Transmission à 140 000 volts.

Une transmission à 140 000 volts, la plus haute tension en usage dans le monde entier, vient d'être mise en service aux États-Unis; elle est destinée à transporter, à 375 km de distance, l'énergie d'une usine hydraulico-électrique établie sur la rivière au Sable à Cooke, près du lac Huron.

*
* *

Congrès d'électrologie et de radiologie médicales.

Conformément à la décision du Congrès de Barcelone, le 6e Congrès se tiendra à Prague, en 1912, du 26 au 31 juillet prochain.

Questions mises à l'ordre du jour :

1° De la radioactivité. — Rapporteur : M. le professeur Bertolotti, de Turin.

2° Traitement des affections articulaires par les courants de haute fréquence. — Rapporteur : M. le docteur Morlet, d'Anvers.

3° La résistance de la peau. — Rapporteur : M. le professeur Doumer, de Lille.

4° Photothérapie par les bains de lumière. — Rapporteur : M. le professeur Peyri, de Barcelone.

5° Les écrans renforçateurs. — Rapporteur en voie de négociations.

6° L'ionisation et l'introduction électrolytique des médicaments. — Rapporteur : M. le docteur Sarazin, d'Angers.

7° État actuel de la radiographie très rapide. — Rapporteur : M. l'ingénieur Dessauer, de Francfort-sur-Mein.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. le professeur agrégé de pathologie médicale, le docteur Krist. Hynek, Hôpital général, Prague II, Bohême-Autriche.

*
* *

Exposition universelle et internationale de Gand en 1913.

La section d'électricité fait en ce moment l'objet des études du Comité d'organisation dans lequel se trouve des personnalités bien connues dans le monde des électriciens.

On se propose de créer un vaste pavillon indépendant, le « Palais des lumières », qui réunira les sections de l'électricité et du gaz.

Pour que tous les systèmes d'éclairage puissent être appliqués dans des conditions normales, le local sera complètement fermé de façon à le rendre obscur pendant le jour.

Le commissaire général du gouvernement a accueilli favorablement ce projet et la Chambre syndicale des électriciens de Bruxelles étudie le moyen de le réaliser après entente avec les gaziers pour montrer tous les systèmes d'éclairage connus.

*
* *

Grandes stations radiotélégraphiques.

Il y a actuellement aux Etats-Unis, sur la côte du Pacifique, 54 stations radiotélégraphiques, dont le service est assuré soit par les départements de la guerre (7) et de la marine (32), soit par l'United Wireless Telegraph Cy (16), soit par la Marconi Company (7), soit par l'United Fruit Company (2).

*
* *

Eclairage électrique des trains.

Un nouveau système d'éclairage des trains électriques a été étudié par M. Amsler de Baden avec le concours de la Société Brown Boveri et Cie; il permet d'installer des lampes ordinaires en parallèle, avec une tension de 110 volts aux bornes, sur des véhicules alimentés sous 600 volts et plus.

*
* *

Multiplication des véhicules électriques

Une grande campagne est organisée à Boston pour provoquer la multiplication des véhicules électriques; parmi différents moyens de réclame employés, un procédé original consiste à mettre des voitures électriques sous la conduite d'une jeune fille d'une quinzaine d'années, dans le but de faire voir la simplicité et la facilité de maniement de ces machines.

*
* *

La téléphonie en Angleterre.

Au 30 décembre 1910, la National Telephone Company de Londres, dont les installations viennent d'être reprises par le Post Office, comprenait 1570 bureaux centraux; les nombres de postes pour les principales villes étaient :

Londres, 131 803; Glasgow, 31 096; Liverpool, 29 119; Manchester, 25 627; Birmingham, 15 314; Édimbourg, 12 505; Bradford, 9944; Leeds, 9634; Sheffield, 9640.

*
* *

Application des lampes à filament de tungstène à l'éclairage des trains.

Après des essais comparatifs approfondis sur les lampes à filament graphitisé, les lampes au tantale et les lampes à filament de tungstène étiré, l'*Interborough Rapid Transit Company* a adopté ce dernier type de lampes pour l'éclairage électrique des trains du service des lignes souterraines; ces lampes lui ont permis d'augmenter l'éclairage tout en réalisant une économie importante sur les dépenses d'énergie.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Sous-stations de transformation

DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU NORD

Dans les nombreuses installations électriques que possède la Compagnie des chemins de fer du Nord, il y a des postes de transformateurs qui diffèrent par leur disposition de celles habituellement pratiquées.

Comme le montre la figure 169, le transformateur est placé sur un bâti sur lequel sont fixés tous les appareils nécessaires à son fonctionnement et à son contrôle.

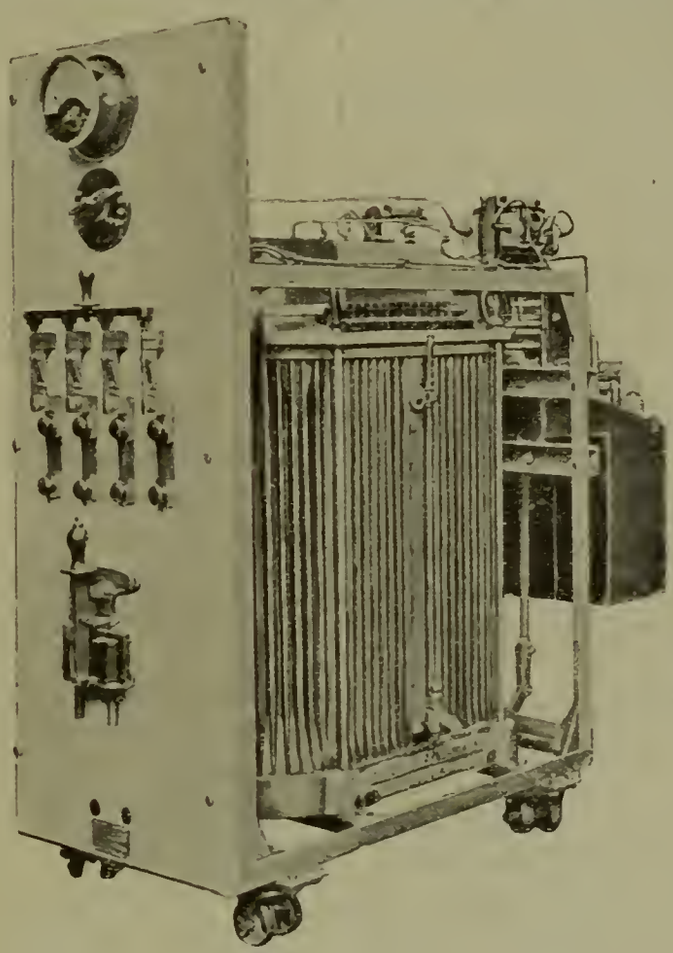


Fig. 169.

Cette disposition, adoptée par la Compagnie du Nord sur les indications de M. E. Sartiaux, ne ressemble en rien à l'installation classique des sous-stations de transformation où les transformateurs se trouvent dans des emplacements distincts et éloignés du tableau des interrupteurs. Cette disposition usuelle présente certainement des avantages, au point de vue de la facilité d'entretien et de la possibilité de concentrer sur un tableau de petites dimensions tous les appareils nécessaires à la conduite d'un assez grand nombre de transformateurs, mais, par contre, elle exige pour la surveillance un personnel compétent. En effet, lorsqu'un dérangement survient, rendant indisponible un transformateur ou un des appareils affectés à son contrôle ou à sa manœuvre, il faut que l'électricien de service soit en mesure de déterminer la cause du dérangement, de trouver l'appareil détérioré et de remplacer ce dernier en rétablissant des connexions souvent très complexes.

Lorsque les conditions d'exploitation d'un réseau exigent de multiplier le nombre de postes de transformation n'ayant chacun qu'une faible puissance, il n'est pas possible, sans de grosses dépenses, de confier chacun de ces postes à un personnel ayant la compétence voulue. M. E. Sartiaux estime que la surveillance de postes de ce genre peut être confiée à un manœuvre quelconque, facile à remplacer, et à faire effectuer les réparations et l'entretien à un personnel ambulant beaucoup plus compétent et très restreint.

Le groupement du transformateur et des appareils accessoires en un ensemble amovible est de nature à beaucoup faciliter le service du personnel d'entretien, lorsqu'un dérangement quelconque rend indisponible un de ces ensembles. Dans ce dernier cas, il suffit d'enlever les connexions des barres omnibus à haute et à basse tension et de retirer l'ensemble pour le réparer. Afin de réduire au minimum l'interruption du service, si l'on peut disposer d'un ensemble de réserve, il suffit de le substituer à celui qui est mis hors de service, ce qui ne demande que quelques minutes puisqu'il n'y a à effectuer que les connexions des lignes d'arrivée et de départ.

Le transformateur triphasé est du type normal de la Compagnie française Thomson-Houston, à bain d'huile, placé dans une cuve en tôle ondulée. Chaque phase comporte quatre bornes, ce qui permet de modifier légèrement le rapport de transformation. Le secondaire est monté en étoile et dans certains transformateurs le point neutre est accessible. Il est alors possible d'utiliser une des phases à l'alimentation d'un circuit d'éclairage sous une tension plus faible.

L'interrupteur tripolaire B (fig. 170) du circuit à haute tension est placé derrière le transformateur et est commandé, par l'intermédiaire d'un

jeu de leviers, à l'aide d'une poignée placée à la partie inférieure du panneau. Cette poignée E est munie d'un dispositif de déclenchement en cas de surcharge. Ce dispositif comporte deux bobines alimentées séparément par des courants dont l'intensité est proportionnelle à celle des courants passant dans deux des trois conducteurs, courants dont l'intensité est réduite par de petits transformateurs I. Des interrupteurs à couteau D sont placés au départ des conducteurs à haute tension sur les barres omnibus permettant ainsi de les isoler. Une fois ces interrupteurs ouverts, l'on peut sans danger défaire toutes les connexions lorsqu'il y a lieu de retirer un ensemble avarié pour l'envoyer en réparation ou encore pour le remplacer par un ensemble de réserve.

La ligne à basse tension L comporte, suivant les cas, soit trois, soit quatre conducteurs, ce dernier étant relié au point neutre. Les conducteurs à basse tension sont reliés au transformateur par l'intermédiaire d'un interrupteur H tripolaire ou tétrapolaire.

Un ampèremètre thermique F, à shunts extérieurs, placés derrière le tableau et intercalés sur chacune des phases, permet de contrôler le débit du transformateur; ces shunts sont placés respectivement sur chacun des conducteurs servant à relier le transformateur à l'interrupteur. Un commutateur M sert à brancher l'ampèremètre sur l'un quelconque des trois shunts.

L'ampèremètre est muni d'un dispositif avertisseur qui actionne une sonnerie dès que le courant atteint une intensité déterminée d'avance Ce dispositif indicateur de débit maximum consiste en un contact mobile, fixé sur l'aiguille indicatrice, qui vient appuyer sur un contact fixe placé près de la graduation et qui alors, ferme le circuit de la sonnerie. Ce contact fixe peut être facilement déplacé à la main et de l'extérieur pour régler l'instrument pour l'intensité désirée.

Actuellement, la Compagnie des chemins de fer du Nord a installé trois sous-stations avec ces nouveaux ensembles amovibles.

La sous-station d'Hellemmes, qui est actuellement la plus importante, comporte quatre transformateurs triphasés de 500 KVA et deux de 50 KVA.

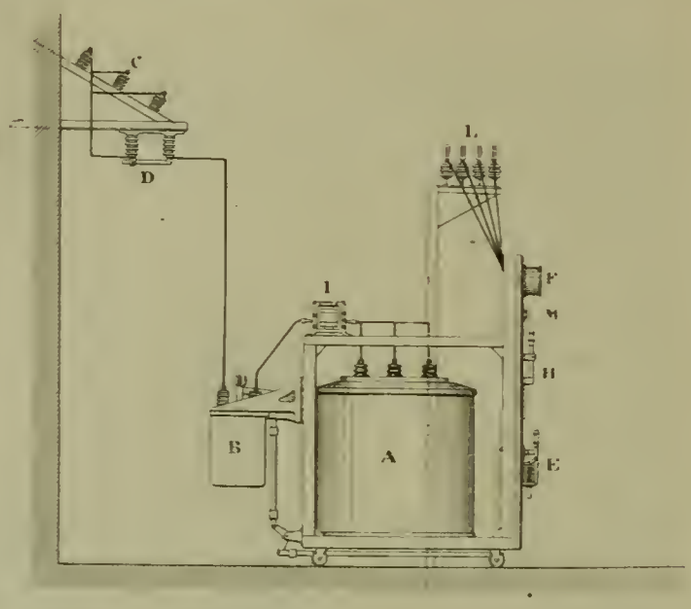


Fig 170.

La sous-station de Roubaix-Ville est munie de deux tranformateurs de 50 KVA.

Enfin, la sous-station des usines possède deux transformateurs de 30 KVA.

Tous ces transformateurs sont alimentés au primaire par des courants triphasés à 50 périodes sous une tension entre bornes de 9800 volts. Le secondaire débite le courant à la tension de 240 volts avec la faculté de faire varier la tension de 10 en 10 volts au moyen de bornes supplémentaires.

Ces installations amovibles présentent de grands avantages et il est certain que leur emploi s'étendra de plus en plus dans les grands réseaux ayant de nombreuses sous-stations.

De Kermond.

Boussole gyroscopique du Dr Anschütz.

Reprenant les recherches de Foucault et de ses successeurs sur les propriétés du gyroscope, M. Anschütz, de Kiel, a réalisé en 1906, une boussole gyroscopique qui, perfectionnée notamment, en ce qui concerne l'amortissement des oscillations, a pu être mise à l'essai sur le Deutschland, en 1908; à la suite de cette épreuve, l'instrument dont il s'agit a été adopté par la marine d'Allemagne; il est actuellement essayé dans la plupart des pays et il vient d'être adopté par l'amirauté anglaise.

La boussole gyroscopique est basée sur la pro-

priété fondamentale de tout gyroscope ayant deux plans de mobilité de tendre à se placer de

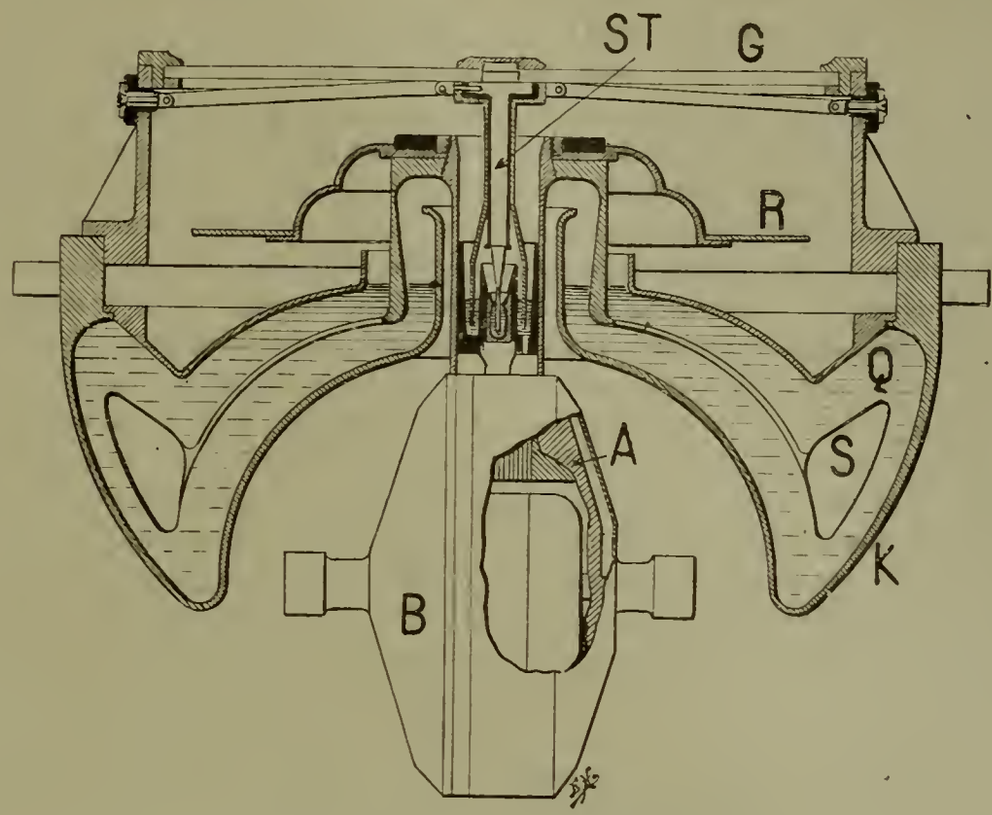


Fig. 171. — Boussole gyroscopique Anschütz.

telle sorte que son axe soit parallèle à celui de la terre; si, en effet, un gyroscope est astreint à conserver son axe horizontal, la rotation de la terre, en tout point différente des pôles, a pour conséquence de tendre à modifier la direction de l'axe de rotation, de sorte que celui-ci effectue un mouvement de précession qui amène le système dans le plan du méridien; aussi longtemps que l'axe de rotation ne se trouve pas dans ce plan, la force d'orientation existe.

La première difficulté à surmonter pour mettre cette propriété à profit en vue de la constitution d'une boussole est de réaliser un dispositif moteur capable d'entraîner le gyroscope sans nuire à sa mobilité; M. Anschütz emploie dans ce but (fig. 171) un moteur triphasé, dont le rotor est monté sur le volant gyroscopique même et dont le stator A fait partie de la boîte B enveloppant le volant.

Le système ainsi constitué est suspendu à un flotteur d'acier S placé sur un bain de mercure Q contenu dans un récipient annulaire, en acier également, K; le tout est agencé de telle façon à pouvoir osciller librement lorsque le gyroscope ne tourne pas; le courant est amené aux enroulements du stator du moteur par l'intermédiaire du bain de mercure et de la boîte, pour l'une des phases, et par l'intermédiaire de godets à mercure pour les deux autres phases.

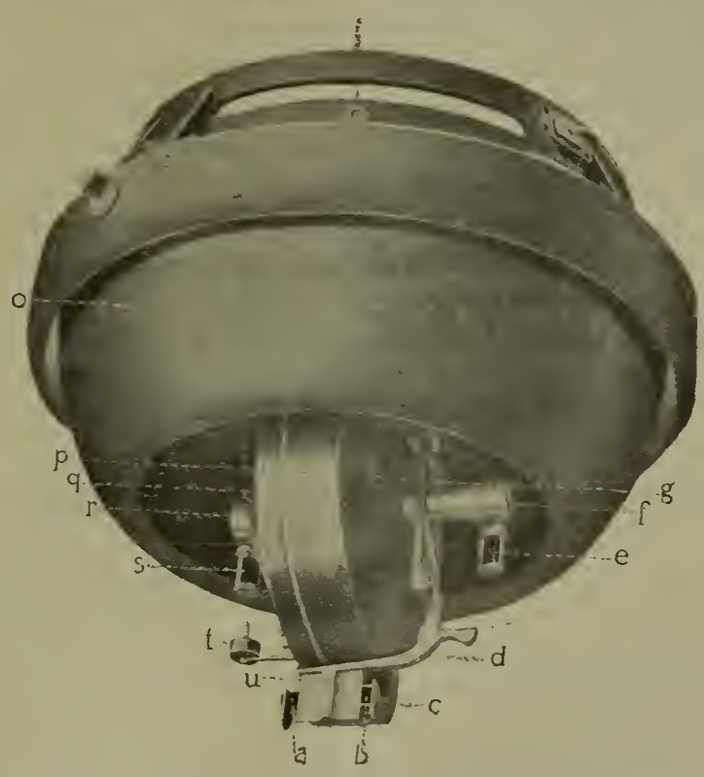


Fig. 172. — Système armotisseur de la boussole gyroscopique.

Flottant dans le mercure, le système gyroscopique est maintenu dans une position verticale, l'axe de rotation se trouvant horizontal; le flotteur est surmonté d'une rose des vents R; la direction nord-sud y correspond

à l'axe de rotation: une glace G protège la rose.

Spécialement intéressant est le procédé appliqué pour assurer la stabilité des indications. c'est-à-dire pour en amortir les oscillations (fig. 172) la boite *p* contenant le gyroscope est percée, dans le voisinage du centre et de part et d'autre, d'une petite ouverture *g* permettant l'entrée de l'air, aspiré par la rotation du volant et refoulé vers l'extérieur par une ouverture périphérique, *c*; devant cette ouverture se trouve une petite palette, suspendue à un pendule léger *d*: lorsque le gyroscope se trouve bien dans la position voulue, la palette se trouve au milieu de l'ouverture et elle coupe le courant d'air en deux jets égaux *a* et *b*; si un écart se produit, les jets cessent d'être équivalents et, par réaction, ils tendent à ramener le système dans la position correcte. Indépendamment des organes ci-dessus, la figure 172 montre encore en *e* et *s* les godets de graissage de l'axe de rotation; en *p* et *r* les paliers: en *q*, l'une des extrémités de l'enroulement du stator: en *o*, le récipient à mercure.

Le système gyroscopique est centré (fig. 171) dans le récipient à mercure par une pointe métallique ST plongeant dans le godet à mercure occupant le centre de la boite et servant à l'excitation de l'un des enroulements du stator; on fournit à ceux-ci des courants triphasés à 333 périodes, produits par un petit groupe moteur-générateur tournant à 2500 tours par minute; le moteur du gyroscope communique à ce dernier une vitesse de 20 000 tours par minute.

L'appareil est monté, au moyen de suspensions à la Cardan, dans un habitacle de construction ordinaire; à la différence des boussoles magnétiques, il peut se placer dans un endroit quelconque du bâtiment et il est donc permis de lui choisir la place où il soit le mieux protégé; certaines corrections (latitude et vitesse du bâtiment) doivent être apportées aux lectures, mais elles n'ont rien de l'instabilité de celles nécessaires avec les boussoles magnétiques.

D'autre part, la force directrice développée pouvant facilement et pratiquement être rendue une quinzaine de fois plus forte que celle disponible avec les instruments magnétiques et les déplacements de la rose des vents fixée au gyroscope consistant normalement en déplacements angulaires par rapport à un axe représenté par la ligne nord-sud, il est facile d'agencer l'appareil pour qu'il serve d'indicateur à distance.

Dans les installations où cette dernière application est réalisée, il y a un transmetteur, adapté à une boussole principale, et des récepteurs électromagnétiques: le transmetteur gyroscopique est une boussole gyroscopique où le récipient à mercure, soumis à l'action d'un petit moteur auxiliaire, dont le mouvement est commandé par les contacts du gyroscope, est constamment déplacé par ce moteur et suit les mouvements de la boussole: tous ses déplacements sont reproduits par les récepteurs: ceux-ci comportent, indépendamment de la rose indicatrice principale, une rose centrale dont un tour complet correspond à dix degrés de la rose principale, ce qui facilite les lectures de fractions de degrés; la transmission des émissions provoquant le déplacement des récepteurs est assurée par un combinateur fixé sur l'axe du moteur du récipient à mercure.

La puissance requise pour toute une installation est d'environ 700 watts; le groupe moteur-générateur est, par exemple, relié aux canalisations à 110-120 volts du réseau d'éclairage: les circuits triphasés sont entièrement isolés du circuit à courant continu.

H. Marchand.

L'Isolation en électrotechnique.

(Suite) (1).

Par ce que nous avons dit jusqu'ici des champs électriques, on conçoit qu'on ne puisse y déplacer un corps électrisé sans qu'il y ait un certain travail dépensé ou produit. Ceci peut s'illustrer d'un exemple.

Il existe d'autres champs de forces que les champs électriques. La pesanteur crée ainsi à la surface du globe un véritable champ de forces dans lequel, pour une petite région, on peut considérer toutes les forces comme parallèles. C'est un fait d'expérience commune que tout corps abandonné à lui-même tombe en produisant du travail (chute d'eau, poids moteur des hor-

(1) Voir *l'Electricien*, 1912, n° 1109, 30 mars, p. 197, n° 1113, 27 avril, p. 261 et n° 1117, 25 mai, p. 322.

loges, etc.) et, qu'au contraire, il en faut dépenser pour le déplacer en sens inverse de la pesanteur (élévation des fardeaux). Au contraire, si on déplace un corps horizontalement, c'est-à-dire normalement à la direction des forces du champ, il n'y a aucun travail en jeu du fait de la pesanteur; une bille d'acier parfaitement ronde, lancée, poursuivrait indéfiniment sa course sur une surface toujours perpendiculaire à la direction de la pesanteur, si le frottement n'intervenait à la longue pour exercer une action retardatrice. Enfin, si la direction du déplacement est oblique par rapport à celle de la pesanteur, il faut faire intervenir une décomposition de forces suivant la règle du parallélogramme.

Les mêmes choses se passent dans un champ électrique quand on y déplace un corps électrisé et c'est en recherchant la valeur du travail ainsi mis en jeu qu'on est parvenu à la notion de potentiel.

Si q est la charge électrique du corps qu'on déplace dans le champ, le travail W mis en jeu quand on opère le déplacement d'un point où le potentiel est U_1 à un point où il est U_2 est

$$W = q(U_2 - U_1).$$

Le potentiel U_2 ne dépend, pour un système de corps électrisés donnés, que des distances du point n° 2 où le potentiel a cette valeur U_2 aux différentes charges du système. De même, le potentiel U_1 ne dépend que des mêmes éléments relatifs au points n° 1. Le travail W ne dépend donc que des valeurs de ces mêmes éléments aux points n° 2 et n° 1, c'est-à-dire que de l'état initial et final.

Il en est de même du travail produit par la chute d'un corps : ce travail ne dépend que des cotes du point de départ et du point d'arrivée, nullement du trajet intermédiaire. Le même fait a lieu chaque fois qu'un système de forces admet un potentiel et c'est en cela que réside le grand intérêt de la considération du potentiel. Les différences des valeurs que prend cette fonction, aux divers points du champ des forces considérées donnent les coefficients proportionnels du travail produit ou dépensé quand on effectue un déplacement entre ces points.

Il est facile de voir qu'avec des conventions de signes appropriés cette formule

$$W = q(U_2 - U_1)$$

indique même s'il s'agit d'un travail fourni ou recueilli.

Par exemple, si q est une charge positive et si U_2 est plus grand que U_1, c'est-à-dire si on déplace la charge $+ q$ contre le champ, il faut fournir du travail et la formule donne pour W une valeur positive. Convenons donc que W est considéré comme positif quand il s'agit de travail fourni.

Si U_1 était plus grand que U_2, q étant toujours une charge positive, on voit que le déplacement aurait lieu dans le sens des potentiels décroissants et, dans ce cas, on doit bien recueillir du travail. Or la formule donne bien alors W négatif puisque la différence $U_2 - U_1$, est alors négative.

La convention de signe convient également au cas où la charge q est négative comme on s'en assurera facilement.

Nous avons fait observer que le travail ne dépendait que des positions initiale et finale, ou, ce qui est la même chose, des potentiels initial et final. Le travail est indépendant du trajet intermédiaire accompli par le corps électrisé mobile.

Si le potentiel du point d'arrivée est égal à celui du point de départ, la différence $U_2 - U_1$ est nulle et alors W est aussi nul. Ceci se conçoit aisément : désignons par U_0 le potentiel commun des points de départ et d'arrivée. Le corps électrisé partant du point à potentiel U_0 se dirige d'abord par exemple vers une région à potentiel U plus grand que U_0; il faudra dépenser, fournir du travail pour effectuer ce déplacement, puisqu'il s'effectue contre les forces du champ qui vont en croissant dans le sens des potentiels croissants. Le corps pour revenir à une région à potentiel U_0 plus petit que U doit nécessairement ensuite se déplacer dans le sens des potentiels décroissants, c'est-à-dire cette fois sous l'effort direct des forces du champ et on pourrait, au cours de ce déplacement, recueillir du travail mécanique.

Puisque les travaux accomplis ne dépendent que des potentiels des points de départ et d'arrivée, on voit que pour le premier déplacement le travail est

$$q(U_0 - U)$$

et pour le second

$$q(U - U_0)$$

quantités égales et de signes contraires dont, par conséquent, la somme algébrique est nulle.

Supposons que dans un champ électrique on ait tracé les lignes de force. Nous avons vu que le champ n'a jamais de composante perpendiculairement à ces lignes; ce qui veut dire que dans cette direction normale aux lignes de forces il n'y a pas de force agissante. Traçons une ligne qui soit en chacun de ses points perpendiculaire aux

lignes de force. Puisque le long de cette ligne (ou mieux suivant les tangentes en chacun de ses points) il n'y a pas de force agissante due au champ, il n'y aura ni travail dépensé, ni travail produit quand on déplacera le long de cette ligne un corps électrisé quelconque. Il faut alors que le potentiel y garde en tous les points une même valeur constante. Si, en effet, le potentiel de deux points de cette ligne présentait une différence u, il y aurait pour passer de l'un à l'autre de ces points un travail w.

$$w = qu$$

non nul, ce qui est contraire à l'hypothèse.

Nous définissons ainsi des lignes, et, par extension des surfaces, en tous les points desquelles le potentiel conserve la même valeur. On les appelle *iso* ou *équipotentielles* et on voit que les lignes de force les traversent toujours orthogonalement.

Ces surfaces iso ou équipotentielles ne peuvent se couper, car si deux de ces surfaces correspondant l'une à un potentiel U_1, l'autre à un potentiel U_2 avaient un point commun M, le potentiel en ce point aurait à la fois la valeur U_1 et la valeur U_2 ce qui est impossible, puisque les quantités Q qui entrent dans l'expression du potentiel ont pour chaque point de l'espace une valeur unique.

La surface des corps conducteurs, d'où les lignes de force partent normalement, est aussi une surface isopotentielle et c'est le potentiel de cette surface qui est le potentiel du corps électrisé. Cette constance du potentiel à la surface des conducteurs suppose que ceux-ci sont arrivés à un état d'équilibre dans la distribution de leurs charges électriques.

De fait, cette distribution des charges électriques à leur surface est très inégale et chacun sait que dans les corps allongés la densité superficielle des charges est beaucoup plus grande aux extrémités que vers le milieu. L'étude mathématique de cette distribution est un problème extrêmement délicat et qui n'est pas toujours susceptible d'une solution.

Le seul fait important pour nous est d'ailleurs de rapprocher cette inégale répartition des charges à la surface d'un conducteur en équilibre électrique de la constance du potentiel sur toute l'étendue de cette surface. Ceci peut se vérifier expérimentalement. Le plan d'épreuve et l'électroscope mettront en évidence l'inégalité des charges électriques aux divers points de la surface alors que l'électromètre indiquera toujours la même déviation, donc le même potentiel quel que soit le point de la surface conductrice auquel on l'ait relié.

Indépendamment de toute considération théorique, cette simple constatation montre bien que la notion de potentiel est bien distincte de celle de charge électrique; il n'y a pas double emploi, puisqu'il y a une différence de nature, une différence essentielle entre les deux notions.

(*A suivre.*)

Une boussole radio-télégraphique.

On connaît les difficultés que présente le problème si important pour les navires, dirigeables et aéroplanes, de déterminer leur position ou leur cours en temps de brouillard. On s'adressait depuis quelque temps déjà à la télégraphie sans fil pour trouver un moyen de résoudre ce problème, mais les méthodes jusqu'ici indiquées ne donnaient pas entière satisfaction.

Il s'agit évidemment de déterminer la position d'une station radio-télégraphique mobile par rapport à un ou plusieurs postes fixes. Or, des deux méthodes essentiellement différentes qui se trouvent en présence, l'une consiste à émettre de la station mobile (qui cherche à trouver son chemin) des signaux radio-télégraphiques vers les stations fixes qui, à leur tour, signaleront la direction d'où les signaux leurs sont parvenus. C'est ainsi que le résultat de la détermination proprement dite, confiée aux stations fixes, est communiquée par la télégraphie sans fil à la station mobile. Le second procédé consiste à émettre des signaux depuis les stations fixes et à faire déterminer au poste mobile la direction de réception de ces signaux. Dans l'un et l'autre de ces deux cas, l'emploi d'ondes dirigées s'impose.

Or, on sait que les antennes non symétriques, servant à produire des ondes dirigées par leur disposition si compliquée, occupent une superficie bien plus grande que les fils aériens symétriques. Comme, du reste, l'espace disponible à bord des navires, des dirigeables et des aéroplanes, est nécessairement limité, ces antennes constituent

un encombrement des plus fâcheux. Le procédé Bellini-Tosi, adopté sur plusieurs navires de la marine marchande française et qui comporte l'emploi de deux antennes doubles dont les plans se coupent sous un angle de 90°, n'est pas exempt de cet inconvénient. On se rappelle que le récepteur Bellini-Tosi communique avec l'antenne par l'intermédiaire d'un radiogoniomètre, dont la rotation au passage des stations côtières indique la direction suivant laquelle les signaux arrivent avec une intensité maximum ou minimum. On n'aura ensuite qu'à consulter une carte indiquant le réseau de postes fixes pour localiser la station réceptrice. Abstraction faite de l'inconvénient que présentent les antennes et les récepteurs si compliqués, cette méthode nécessite du reste un étalonnage spécial pour chaque installation donnée, les ondes courtes, seules admissibles à cause de la faible largeur des vaisseaux, étant sujettes à de multiples déviations par réflexion sur les masses métalliques.

L'autre procédé, celui qui consiste à émettre des signaux dirigés d'une station fixe et à déterminer leur direction à l'aide d'une antenne non dirigée à la station de réception mobile, nous semble préférable à cause de sa plus grande simplicité. Le ministère prussien des travaux publics, il y a déjà deux ou trois ans, organisait des expériences étendues sur le lac Mueggel, près de Berlin, avec des antennes transmettrices dirigées (comportant un nombre très considérable de fils), installées à deux points fixes. Une antenne de ce genre comportait, par exemple, 32 mâts de faible hauteur installés à des distances égales, à la circonférence d'un cercle de 200 m de diamètre. Chaque deux mâts opposés communiquaient avec les appareils radio-télégraphiques disposés au milieu du cercle. En reliant le transmetteur successivement à chaque paire d'antennes, on émettait de chacune un signal différent. Si un récepteur acoustique ordinaire à antennes non dirigées se trouvait par hasard dans le plan de la paire d'antennes en fonctionnement, ce récepteur recevait une quantité maximum d'énergie. La longueur d'onde était, en effet, choisie de façon à ce que les impulsions émanant, avec des phases opposées, des mâts antérieur et postérieur respectivement, s'ajoutent l'une à l'autre dans ce plan (la demi-longueur d'onde étant approximativement égale à la distance des mâts). Si, au contraire, le récepteur se trouve juste à angle droit par rapport à la paire de mâts, les deux impulsions émanant des mâts (avec des phases opposées) viennent frapper le récepteur simultanément, de façon à se compenser l'une l'autre. Comme dans cette disposition, chaque paire d'antennes, correspondant à une position donnée dans l'espace, doit émettre une lettre différente, le télégraphiste n'avait qu'à déterminer quelle lettre était reçue avec une intensité maximum et laquelle avec une intensité minimum. Les positioas de chaque station et de chaque paire d'antennes avec sa lettre correspondante étant marquée sur une carte, les directions entre la station mobile et deux de ces stations fixes, disposées à des distances données l'une de l'autre, permettaient de déterminer la position voulue. Or, la nécessité de retenir un grand nombre de lettres télégraphiées et de comparer l'intensité de ces signaux mettait évidemment la mémoire du télégraphiste à une rude épreuve.

La Société de télégraphie sans fil, à Berlin, a voulu baser sur ces expériences une nouvelle méthode dans laquelle le travail du télégraphiste se trouve considérablement facilité. Tout en retenant la disposition générale des antennes, on ajoute une antenne ultérieure non dirigée. Avant de commencer les expériences, le transmetteur ayant été relié à cette antenne non dirigée, celle-ci émet un signal court (le « signal horaire »), après quoi le transmetteur est relié par un commutateur automatique à chaque paire d'antennes

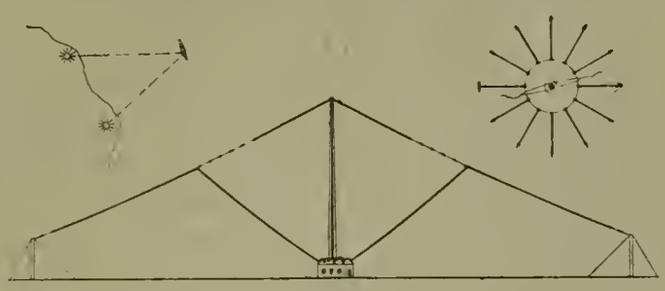


Fig. 173.

dirigées (fig. 173), en émettant chaque fois (c'est-à-dire à des intervalles réguliers) un signal radiotélégraphique donné. Ces signaux, identiques entre eux, commencent toujours à une antenne donnée, par exemple l'antenne nord-sud, en continuant, dans le sens des aiguilles d'une horloge, à la vitesse constante d'un compteur spécial. Ce compteur, gradué comme le cadran d'une boussole, marche en synchronisme avec la vitesse de rotation du transmetteur. Son point de départ est la direction dans laquelle le transmetteur dirigé commence sa rotation, c'est-à-dire, dans le cas présent, la direction nord-sud. Après avoir entendu le signal horaire, le télégraphiste en pressant le bouton du compteur, met celui-ci en marche. Or, à ce moment, le transmetteur commence à émettre des signaux dirigés, suivant la direction nord-sud et ainsi de suite synchroni-

quement avec l'aiguille du compteur. Aussitôt qu'il perçoit un minimum d'intensité acoustique, le télégraphiste arrête son compteur, dont l'aiguille marque alors la direction correspondant au signal de moindre intensité émis par le transmetteur. Comme le temps de rotation du transmetteur et du compteur est de 1/2 minute, dix rotations complètes et, par conséquent, dix séries de lectures d'intensités acoustiques peuvent se faire en cinq minutes; leur moyenne présente évidemment des garanties d'exactitude considérables. Comme les transmetteurs sont d'un fonctionnement automatique, ils ne nécessitent aucune surveillance.

Lorsqu'on ne dispose que d'un seul transmetteur fixe, on ne peut évidemment déterminer que la direction approximative du récepteur mobile, par rapport à ce transmetteur. Pour déterminer la position du récepteur d'une façon précise, il faudrait encore connaître la distance entre les stations fixe et mobile.

Lorsque, au contraire, il existe deux stations fixes, les deux directions déterminées depuis le récepteur sont tracées sur la carte et le point d'intersection de ces lignes indique la position exacte du récepteur. D'après les expériences jusqu'ici faites, on détermine de cette façon les lignes de direction à 3 ou 4 degrés près.

Le nouvel appareil mis au point par la Société de télégraphie sans fil comporte un transmetteur à antenne spéciale et des récepteurs acoustiques ordinaires munis de compteurs. Cet ensemble porte le nom de « boussole Telefunken ».

Pour utiliser cette boussole radio-télégraphique dans l'intérêt de la navigation aérienne du pays, on a proposé d'installer, le long de la frontière d'Allemagne, une chaîne de postes fixes, en sorte que la distance maximum entre ces stations et un aérostat passant au-dessus de la zone limitrophe, ne dépasse pas 50 km. Les passagers de l'aérostat seraient ainsi en mesure de déterminer exactement leur position et le moment du passage de la frontière.

Une chaîne de stations analogues installées sur la côte septentrionale de l'Allemagne protégerait les passagers d'aérostats contre le risque d'un voyage involontaire sur mer. La consommation d'énergie pour chacune de ces stations serait au maximum de 1/2 kw et, grâce au voisinage de centres importants, cette énergie serait empruntée aux stations génératrices existantes. Les cheminées ou d'autres objets analogues serviraient, dans la plupart des cas, à porter les antennes.

Le transmetteur comporte un axe vertical en matière isolante, portant à son bout supérieur, à la circonférence d'un cercle, un nombre de points de contact isolés communiquant avec les antennes dirigées correspondantes. Deux contacts, mis en rotation lente par un moteur disposé sur la base de l'appareil, relient à des intervalles réguliers les 16 paires d'antennes. Après chaque demi-rotation, le transmetteur est, pendant un moment très court, relié à l'antenne horaire non dirigée.

D'après une disposition spéciale, on emploie un mât, une cheminée ou un objet analogue, comme point neutre unique, pour porter les antennes en parapluie émettant les signaux horaires et en dessous, les fils d'antennes dirigées, ancrées à des piliers de faible hauteur. Une telle disposition vient d'être installée, avec un mât central de 20 m, à Gartenfelde, près de Spandau.

Dr Alfred Gradenwitz.

Manuel du Praticien.

Les causes de dérangement des machines électriques. Leur recherche et leur réparation.

II

ALTERNATEURS

L'alternateur ne produit pas de courant lorsqu'il est mis en marche.

Ce dérangement peut provenir de différentes causes qui sont les suivantes :

A]. Manque d'excitation.

B]. Contacts défectueux.

C]. Court-circuit ou mauvais isolement dans les organes de l'alternateur ou dans le circuit extérieur.

D]. Circuit ouvert dans les organes de l'alternateur ou dans le circuit extérieur.

E]. Inversion des bobines inductrices.

A]. Manque d'excitation.

Lorsque l'alternateur est excité par une dynamo indépendante à courant continu, il faut s'assurer si cette

dynamo fournit le courant à l'intensité et à la tension normales.

Si l'excitatrice ne produit pas de courant, on procède à la recherche du dérangement comme il a été indiqué pour les génératrices à courant continu.

Les indications qui précèdent ne sont pas applicables lorsque l'alternateur est excité par une partie de son propre courant convenablament redressé. Dans ce cas, le dérangement doit être recherché dans les organes spéciaux de ce dispositif particulier.

B]. Contacts défectueux.

Lorsque la tension aux bornes de l'alternateur est insuffisante ou même nulle, cela peut tenir à de mauvais contacts produisant une résistance anormale.

On procède pour relever le dérangement comme il a été indiqué pour les génératrices à courant continu.

C]. Court-circuit ou mauvais isolement dans les organes de l'alternateur ou dans le circuit extérieur.

On doit d'abord s'assurer si le court-circuit ou le défaut d'isolement se trouve dans les circuits de l'alternateur ou dans le circuit extérieur. Cette opération s'effectue en vérifiant séparément l'alternateur et le circuit extérieur après avoir détaché les conducteurs des bornes de l'alternateur.

Vérification de l'isolement du circuit extérieur. — On détache les conducteurs principaux des bornes du tableau de distribution et on met tous les récepteurs hors circuit en détachant les conducteurs qui les relient à la ligne principale.

On prend une pile de plusieurs éléments et un galvano mètre que l'on intercale dans l'un des conducteurs de la pile. On vérifie ensuite l'isolement de chaque conducteur principal en mettant l'un des pôles de la pile à la terre et en reliant l'autre au conducteur à vérifier. Le galvanomètre ne dévie pas si le conducteur en essai n'a pas de perte à la terre. Cela fait, on s'assure qu'il n'y a pas de court-circuit entre les conducteurs principaux en reliant un des pôles de la pile à l'un des condncteurs et en touchant successivement avec le fil venant du second pôle les autres conducteurs. Cet essai doit être effectué sur chacun des conducteurs principaux, afin de s'assurer qu'il est bien isolé par rapport aux autres.

Après avoir constaté que le dérangement n'est pas dans le circuit extérieur, on procède à sa recherche dans l'alternateur en suivant les indications déjà données, à propos des génératrices à courant continu, dans les paragraphes suivants :

a) *Mauvais isolement des bornes de l'alternateur.*

b) *Mauvais isolement des porte-balais.*

c) *Mauvais isolement des bobines inductrices.*

Le dérangement peut provenir aussi des causes suivantes :

d). *Court-circuit dans le circuit d'excitation.* — Ce défaut est caractérisé par ce fait que l'excitatrice ne produit pas le courant à la tension normale. Il faut alors vérifier chaque bobine inductrice à l'aide d'une pile et d'un galvanomètre. La bobine défectueuse produira une déviation plus grande de l'aiguille du galvanomètre.

e). *Court-circuit dans l'induit.* — L'excitatrice produit le courant à l'intensité et à la tension normales, mais l'alternateur ronfle. On doit en conclure qu'une ou plusieurs spires de l'induit sont brûlées ou en contact avec la masse. Les spires avariées doivent être remplacées.

Ces défauts sont dus à des contacts avec la masse ou à des courts-circuits soit entre deux bobines, soit à l'intérieur d'une même bobine. Il ne se produit pas d'étincelles aux balais, car la production d'étincelles sur des bagues d'une seule pièce est à peu près impossible; mais ils se traduisent par un échauffement anormal de la bobine endommagée

f). *Court-circuit entre les bagues collectrices ou les câbles qui amènent le courant à l'inducteur.* — L'excitatrice fournissant normalement le courant à ses bornes lorsqu'elle n'est pas reliée au circuit inducteur de l'alternateur, on constate, dès qu'elle est reliée, que l'intensité du courant dans l'induit de l'excitatrice prend une intensité anormale.

D]. Circuit ouvert dans les organes de l'alternateur ou dans le circuit extérieur.

a). *Interruption dans le circuit inducteur.* — L'excitatrice donne la tension normale, mais ne débite pas de courant. On localise le défaut en vérifiant séparément chaque bobine à l'aide d'une pile et d'un galvanomètre, après avoir préalablement détaché les conducteurs principaux, afin de s'assurer que l'interruption ne se trouve pas dans le circuit extérieur. Le dérangement peut aussi se trouver dans le rhéostat d'excitation qu'il convient de vérifier.

b). *Interruption dans le circuit induit.* — L'excitatrice produit le courant à l'intensité et à la tension normales. Lorsque l'alternateur est monophasé, le défaut provient d'une rupture dans le circuit induit. Si la génératrice est triphasée, la rupture a dû se produire au moins dans deux des phases pour le montage en étoile et dans trois phases pour le montage en triangle.

On procède à la recherche du dérangement en sectionnant le circuit induit monophasé à l'aide d'une pile et d'un galvanomètre ou d'une sonnerie. Dans un enroulement triphasé, on vérifie de la même manière chacune des trois phases pour retrouver celles qui sont défectueuses que l'on sectionne ensuite pour localiser le défaut.

La rupture d'un conducteur dans un alternateur triphasé produit des effets différents, suivant que la machine est montée en étoile ou en triangle.

Avec le montage en étoile, l'interruption dans une des phases fait produire à l'alternateur du courant monophasé, une seule des phases du circuit extérieur étant alimentée et les deux autres étant privées de courant.

Si, au contraire, l'alternateur est monté en triangle, il continuera à fournir du courant aux trois phases du circuit extérieur; les teusions entre les trois bornes se maintiendront, mais le courant sur la phase endommagée sera produit par les deux autres phases en série qui se trouvent alors surchargées.

c). *Interruption dans le circuit extérieur.* — On procède comme il a été indiqué à propos des génératrices à

courant continu en D. § *d* en ayant soin de vérifier chacun des conducteurs principaux.

d). *Inversion des bobines inductrices.* — La tension aux bornes de l'alternateur est insuffisante et le courant de l'excitatrice a la tension et l'intensité normales ; mais, contrairement à ce qui se passe lorsqu'une ou plusieurs spires de l'induit sont brûlées ou en contact avec la masse, l'alternateur ne produit aucun bruit anormal.

Le défaut est alors dû à une erreur de connexion dans le circuit inducteur qui a pour effet d'inverser la polarité d'une ou de plusieurs bobines. A propos des dynamos à courant continu, on a donné en E le moyen de déterminer le dérangement et de le réparer.

E]. Inversion des bobines inductrices.

Ce dérangement est caractérisé par une tension insuffisante aux bornes de l'alternateur et il ne se produit aucun bruit anormal pendant le fonctionnement de ce dernier.

Une erreur de connexion dans le circuit inducteur, ayant pour effet d'inverser la polarité d'une ou de plusieurs bobines, est la cause du dérangement que l'on peut facilement déterminer en contrôlant la polarité des bobines inductrices au moyen d'une aiguille aimantée ou d'une boussole, ainsi qu'on l'a déjà indiqué à propos des génératrices à courant continu.

Production de fortes étincelles entre les balais et les bagues collectrices.

Ce défaut ne peut provenir que du mauvais état des balais et des porte-balais, ou encore de bagues ne tournant pas rond ou sales.

On y remédie facilement en procédant comme on l'a indiqué en D à propos des génératrices à courant continu.

Echauffement anormal des organes de l'alternateur.

L'échauffement anormal d'un ou de plusieurs organes est dû aux mêmes causes que celles qui ont été examinées à propos des génératrices à courant continu.

En ce qui concerne l'induit d'un alternateur, s'il se produit un court-circuit ou, autrement dit, un contact fortuit entre deux points de l'enroulement, il est facile de déterminer le point défectueux.

Le défaut se trouvant dans une des bobines, la force électromotrice qui y est développée donne naissance à un courant très intense et se reconnaît facilement à un échauffement dangereux de la bobine endommagée. En outre, la tension de l'alternateur se trouve diminuée parce que la force électromotrice développée dans la bobine défectueuse n'a pas d'action hors de cette bobine et que le courant intense qui y circule tend à désaimanter les inducteurs.

Pour réparer le dérangement, il faut remplacer la bobine et, dans le cas où il serait utile de continuer à marcher, il faut, si possible, isoler facilement les spires qui se touchent en les séparant par une feuille de mica. On peut aussi, si la réparation n'est pas possible en opérant comme il vient d'être dit, couper la bobine endommagée, la retirer du circuit et relier la bobine qui précède à celle qui suit. Comme les alternateurs comportent ordinairement un grand nombre de bobines induites, la suppression de l'une d'elles peut être compensée en augmentant l'intensité du courant d'excitation, sans qu'il en résulte une trop forte surchage dans les inducteurs.

Un contact fortuit entre deux parties de l'induit séparées par plusieurs bobines ne peut se produire étant donné que l'induit est fixe et le mode de bobinage des alternateurs modernes.

L'alternateur produit du bruit ou une trépidation excessive pendant sa marche.

Le plus fréquemment, ce dérangement provient des causes suivantes :

A]. Ecrous desserrés.

B]. Chocs de l'épaulement de l'arbre, du moyeu de la poulie ou du bord de la courroie contre les coussinets ou les paliers.

C]. Rotor ou poulie mal équilibré.

D]. Chocs de l'induit contre les pièces polaires.

E]. Joint de la courroie battant contre la poulie.

F]. Ronflement dû aux dents du noyau de l'induit lors de leur passage devant les pièces polaires.

Les indications relatives à ces causes de dérangement sont les mêmes que celles déjà données à propos des génératrices à courant continu.

Un décrochage d'alternateurs couplés en quantité sur un même réseau donne lieu également à des trépidations et à des bruits anormaux.

Le rotor ne tourne pas à sa vitesse angulaire normale.

Ce dérangement peut provenir des causes suivantes :

A]. Surcharge de l'alternateur.

B]. Coussinets trop serrés ou poussières et corps étrangers dans les paliers.

C]. Frottement de l'induit contre les pièces polaires.

Les indications relatives à ces dérangements, données à propos des génératrices à courant continu, s'appliquent également aux alternateurs.

L'alternateur ne peut maintenir une tension normale à ses bornes.

Ce dérangement peut être dû aux causes suivantes :

A]. Excitation insuffisante ou défauts dans le circuit inducteur.

B]. Vitesse angulaire insuffisante ou diminuant avec la charge.

C]. Facteur de puissance du réseau trop faible.

D]. Court-circuit dans l'induit.

A]. Excitation insuffisante ou défauts dans le circuit inducteur.

La vérification de l'excitatrice permet de s'assurer si elle fournit le courant à sa tension normale et à l'intensité voulue.

Le réglage du rhéostat d'excitation permet aussi de corriger le défaut si la résistance insérée est trop grande.

Les dérangements dans le circuit inducteur ont été déjà indiqués et il n'y a qu'à s'y reporter.

B]. Vitesse angulaire insuffisante ou diminuant avec la charge.

Ce dérangement peut provenir des variations de vitesse du moteur ou d'une surcharge dans le réseau alimenté, ce qu'il est facile de vérifier à l'aide d'un compte-tours, en ce qui concerne la vitesse, ou des instruments de mesure, si le dérangement est dû à une surcharge dans le réseau.

C]. Facteur de puissance du réseau trop faible.

Dans ce cas, le décalage entre l'intensité et la tension est très grand. L'alternateur produit un courant d'intensité normale avec une tension trop faible et le moteur qui actionne l'alternateur n'a pas une charge correspondant à la charge apparente de l'alternateur.

D]. Court-circuit dans l'induit.

Un court-circuit dans l'induit empêche la tension d'atteindre sa valeur normale. Le moteur qui actionne l'alternateur ne se cale pas, mais l'alternateur s'échauffe, sans cependant risquer de brûler, à moins que l'impédance de l'induit ne soit excessivement faible, comme dans les induits sans fer.

Inégalités de tension dans les divers circuits d'un alternateur polyphasé.

Cette différence de tension peut provenir des causes ci-après :

A]. Charge inégale sur chacun des circuits alimentés.

B]. Décalage entre l'intensité et la tension plus considérable sur l'un des circuits.

C]. Court-circuit sur l'un des circuits.

Les deux premières causes de dérangement sont faciles à déterminer au moyen des instruments de mesure, voltmètre et ampèremètre pour la première; phasemètre ou indicateur de puissance pour la deuxième.

En ce qui concerne la troisième, il peut se produire des courts-circuits ou des contacts à la masse. Lorsque ces courts-circuits se produisent entre deux phases différentes, soit par contact entre le cuivre des deux enroulements, soit par un contact à la masse de chacun d'eux, il se produit un échauffement considérable et les tensions ne sont plus égales.

On doit alors rechercher le point défectueux au moyen d'un galvanomètre ou d'une sonnerie.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

FORCE MOTRICE

Moteurs Diesel.

A l'une des plus récentes séances de la section locale de Dublin tenue par l'Institution anglaise des ingénieurs-électriciens, M. J. Sowter, ingénieur en chef d'un réseau de distribution électrique en Irlande, a présenté une étude sur le moteur Diesel envisagé au point de vue du consommateur. Il parle des avantages de ce moteur, de son prix de fonctionnement et d'entretien et décrit les résultats obtenus et observés dans la pratique actuelle. Tout d'abord, relativement à l'eau de refroidissement, prenant le cas d'un moteur de 250 ch et supposant que les pertes se montent à 10 0/0, le prix de l'eau, à raison de 0,60 fr les 4543 litres, se monte à 0,045 fr par heure. Les stations génératrices employant le moteur Diesel peuvent être placées dans des districts populeux, loin des fleuves ou canaux; du moment où l'on peut disposer d'une distribution urbaine, la dépense sera insignifiante. Ceci, dit M. Sowter, est très important car la station génératrice peut alors être située au centre de la zone de distribution, ce qui procure une réduction considérable dans les frais de cette distribution. Se référant ensuite au combustible, il montre que le moteur Diesel est capable de fonctionner économiquement sans dommages ni réglages spéciaux. M. Sowter donne alors des détails sur l'huile qui donne des résultats satisfaisants : 1° cette huile doit être épurée; 2° ne contenir aucune quantité de goudron, de bitume ou d'hydrocarbures solides; elle doit être également exempte

de sable, de matières fibreuses et impuretés solides étrangères; 3° l'huile ne doit pas contenir plus de 1,2 0/0 d'eau ni 1,5 0/0 de soufre et doit être exempte d'acide; 4° la viscosité sera telle que l'huile devra filer d'un jet continu sous une pression de 0,30 m à travers un tuyau de cuivre de 0,01 m de diamètre et de 1,60 m de longueur sans échauffement; 5° les valeurs calorifiques ne devront pas être inférieures à 18 000 unités thermiques anglaises par livre Quant aux prix de fonctionnement du moteur, M. Sowter dit qu'en contraste avec le matériel à vapeur, il y a pas de différence dans la consommation par cheval-heure entre de puissants ou faibles moteurs Diesel et que la consommation de combustible n'augmente pas beaucoup par unité d'énergie à mesure que la charge décroît. Il devient inutile, au point de vue de l'économie de combustible, d'installer de puissants moteurs quand un certain nombre de petits peuvent répondre aux circonstances d'un cas particulier. Les chiffres suivants montrent le prix de combustible par unité produite sous différentes charges par un moteur de 50 ch accouplé à une dynamo de 33 kw.

Charges	Rendement de la dynamo	Prix de la tonne de combustible			
		50 francs	62 fr. 50	75 francs	87 fr. 50
Pleine charge	88 %	0,0161 fr.	0,0201 fr.	0,0242 fr.	0,0281 fr.
3 quarts	86	0,0178	0,0210	0,0252	0,0295
Demi	83	0,0208	0,0261	0,0314	0,0365
1 Quart.	78	0,0307	0,0382	0,0462	0,0538

Ces chiffres, qui résultent d'expériences pratiques après essais répétés à des intervalles irréguliers, démontrent clairement les grands avantages de ce genre de matériel pour les petites stations génératrices. M. Sowter déclare que, dans beaucoup de petites stations, on réaliserait des économies en substituant des moteurs Diesel à tout le matériel à vapeur. Il ajoute que le matériel à vapeur devient de jour en jour plus dispendieux, mais que les moteurs Diesel doivent être entretenus avec le plus grand soin, sinon il vaudrait mieux ne pas s'en servir. Avec une station Diesel convenablement aménagée, la consommation de combustible peut être déterminée avec la plus grande précision, heure par heure si on le désire, de telle sorte que le matériel est, en réalité, en essais à tout moment. Ceci s'obtient de la manière suivante, d'après M. Sowter : le combustible liquide est emmagasiné dans une cuve de capacité suffisante pour contenir plusieurs tonnes. De cette cuve, part un tuyau de distribution aboutissant à une plus petite cuve disposée juste au-dessus de chaque moteur et la quantité d'huile à chacune de ces petites cuves est commandée par un robinet à clé amovible, afin que les cuves ne puissent être remplies que sous la surveillance d'une personne responsable; quant à l'alimentation de la grande cuve, elle est sous clé. Chaque cuve est, en outre, munie d'un niveau en verre gradué en litres ou en gallons, afin que la quantité d'huile contenue puisse être vérifiée à tout instant. De même, chaque génératrice est munie d'un wattmètre enregistreur; c'est pourquoi, si l'énergie produite pendant un temps déterminé est composée avec la quantité d'huile consommée pendant ce même temps, on atteindra la consommation de combustible par unité produite avec un degré très grand de précision et avec un minimum de travail. En discutant la durée d'un moteur Diesel, M. Sowter est d'avis qu'elle doit être aussi grande que celle d'un moteur à vapeur bien construit. La seule partie onéreuse, celle qui nécessite des remplacements, est la chemise du cylindre et cette durée doit être au moins de dix ans.

Au cours de ses notes sur le fonctionnement du matériel Diesel, M. Sowter démontre en résumé qu'il est au moins égal à celui du matériel à vapeur et supérieur à celui du matériel à gaz. Au sujet de la conduite et de l'entretien, il fait les observations suivantes : un fonctionnement régulier dépend principalement de l'homme qui en est chargé et l'on peut dire que 90 0 0 des interruptions et des accrocs proviennent de la négligence du surveillant. La majorité des ouvriers sont extrêmement routiniers et détestent en général les innovations. Il est donc préférable de s'assurer les services d'hommes accoutumés à ce genre de moteurs au lieu de ceux qui sont familiarisés avec les moteurs à vapeur; il est également judicieux de prendre des mécaniciens expérimentés plutôt que de simples ouvriers. Les autres questions traitées dans cette étude sont relatives au graissage, aux soupapes, au compresseur d'air, etc. Finalement, il parle de l'échappement à cause des résidences particulières qui peuvent se trouver à proximité de la station génératrice et pourraient en être gênées. Dans l'installation récente d'un moteur de 150 ch, il a fait aboutir l'échappement à la base d'une cheminée existante haute de 36 m. — A. H. B.

FORCE MOTRICE

Les disponibilités hydrauliques de l'Ecosse.

Le *Times Engineering Supplement* signale un mémoire sur les disponibilités hydrauliques de l'Écosse, récemment présenté par M. A. Newlands, à la Société scientifique d'Inverness. Ce mémoire évalue à 1 million de ch l'énergie pouvant être tirée des eaux écossaises. Quand même on réduirait ce chiffre de moitié, observe M. Newlands, il représenterait encore une quantité d'énergie correspondante, sur la base de la journée de travail de dix heures durant toute l'année, à la puissance que l'on peut tirer d'une consommation annuelle de 3 500 000 tonnes de charbon. M. Newlands a annexé, à son mémoire, un état qu'il considère lui-même comme pouvant recevoir des additions justifiées et dans lequel il énumère plus de quarante localités où l'énergie hydraulique disponible varie entre 400 et 20 000 ch. Il a fait ses calculs dans l'hypothèse que la précipitation pluviale annuelle atteint chaque année un niveau de 105 cm et que les deux tiers de cette quantité peuvent fournir de l'énergie électrique; en outre, afin d'éviter tout mécompte, il a réduit de 25 0 0 les chiffres donnés par ses calculs théoriques. — G.

RECETTES

La soudure du platine au quartz.

M. d'Arsonval a présenté à l'Académie des sciences, dans la séance du 6 mai, au nom de M. Berlemont, une note intéressante sur la soudure du platine au quartz.

Ce procédé, à l'étude depuis plusieurs années en France et à l'étranger, facilitera les nombreuses applications du quartz tant en physique qu'en chimie, pour la construction normale des tubes à gaz raréfiés et des arcs à mercure en quartz servant soit pour la spectroscopie, soit pour l'utilisation de la lumière ultra-violette, pour la stérilisation et le traitement médical.

La difficulté de ce travail de recherche consistait en ce fait, que le quartz ne fond que vers 1800° et a un coefficient de dilatation très faible, tandis que tous les métaux ont un coefficient de dilatation très supérieur tout en fondant à une température inférieure au quartz.

Après de nombreux essais de soudure directe d'abord, ensuite de soudure par intermédiaire (verres différents, émaux composés, oxydes, dépôts électrolytiques, etc.), les essais se sont de nouveau reportés sur la soudure directe, par un alliage de platine et d'iridium fondu sous deux états différents dans le quartz et par un tour de main de pratique, l'auteur a pu enfin obtenir des soudures étanches, résistant aux changements de températures très élevées, permettant ainsi de construire en quartz tous les tubes nécessitant des électrodes soudées.

Les différents modèles construits après de nombreux essais résistent à des courants pouvant varier entre 1 et 15 ampères et fonctionnent d'une façon très régulière.

MESURES

Compteurs électriques.

Dans un récent travail présenté à l'Institution anglaise des ingénieurs-électriciens, à Londres, M. David Robertson parle, au point de vue théorique et expérimental, de la manière dont se comportent les compteurs d'électricité sous des charges variables. Il montre qu'un compteur à frein sans frottements liquides et avec des frottements solides parfaitement compensés donne des indications exactes sous toutes charges, constantes ou non. Les frottements solides, dit M. Robertson, font que la perte dans l'enregistrement, lorsque la vitesse augmente, excède l'avance, quand elle diminue; tandis que les frottements liquides, même avec des compensateurs pour des charges constantes, présentent un effet inverse. L'erreur proportionnelle de démarrage et d'arrêt due aux frottements solides, augmente indéfiniment à mesure que la durée de la charge est de plus en plus petite, tandis que celle causée par des frottements liquides approche seulement d'une limite finie du même ordre que la valeur des frottements eux-mêmes. L'erreur due à des frottements solides est constante à toutes les fréquences, tandis que celle due aux frottements liquides augmente avec la fréquence, mais est moindre que l'erreur de démarrage et d'arrêt. Des expériences réalisées au collège technique des « Merchant Venturers » et aux tramways de Desonport and District, sont décrites dans cette étude et leurs résultats sont énumérés et discutés. Sans entrer dans tous les détails de ces expériences, nous résumerons seulement quelques conclusions déduites par M. Robertson, à savoir : 1° Les compteurs dont la commande principale comporte des frottements liquides sont tout à fait impropres à supporter des charges variables; 2° les compteurs à mercure fonctionnent plus vite qu'ils ne le doivent sous des charges variables et dans quelques cas cette erreur est très sérieuse. Il est nécessaire de faire des essais sur chaque type distinct afin d'être certain que l'erreur est maintenue dans des limites déterminées. La valeur proportionnelle des frottements liquides à pleine charge ne devrait pas excéder quatre ou cinq fois l'erreur admissible à cette charge; 3° les compteurs d'électricité (ampèremètre-heure) du type commutateur donnent généralement des indications faibles, sous des charges variables, mais, sauf si la charge est telle que le compteur

doit s'arrêter fréquemment, les erreurs sont les mêmes que sous des charges constantes; 4° dans les compteurs d'énergie (wattmètres-heure), les bobines de compensation doivent être réglées avec soin de manière que les erreurs obtenues sous des charges variables restent dans des limites déterminées; 5° les plus simples dispositifs sont les meilleurs. Les adjonctions faites dans le but d'améliorer les caractéristiques, peuvent causer de sérieuses erreurs sous des charges variables; 6° les compteurs à minuterie dans lesquels il y a un système amortisseur pendulaire, sont exacts pour des charges variables comme pour des charges constantes, excepté dans les cas où il se produit des effets de résonance. Ce type de compteurs ne devrait pas être employé sous certaines charges comprenant par exemple des enseignes lumineuses, à moins que la fréquence ne diffère d'une manière considérable de celle du système pendulaire (environ 80 périodes par minute).

Dans un second travail présenté par MM. Melson et Eastland, ces conférenciers parlent des compteurs (wattmètres-heure) à courant continu sous des charges de traction; ils commencent par dire qu'en vue de résoudre les problèmes qui sont souvent posés relativement à l'exactitude des compteurs wattmètres-heure de différents types à courant continu, spécialement ceux qui sont employés pour mesurer le courant de traction et autres charges de force motrice, ils ont fait des recherches et des études au laboratoire national de physique sur un certain nombre d'instruments, afin de déterminer aussi, si possible, les différences existant entre les compteurs de différents types employés pour mesurer l'énergie dans un même circuit. L'appareil employé dans des essais réalisés en 1909 avait été improvisé et, bien que les résultats aient été satisfaisants, on décida de construire un appareil spécial pour déterminer d'une manière plus précise la manière de fonctionnement de tous les types de compteur d'usage général en Angleterre. La puissance de compteur choisi pour ces essais était de 200 ampères-480 volts et tous étaient prêtés par des fabricants, sauf un ancien compteur A. E. G. de 500 ampères-480 volts prêté par une compagnie de tramways. Les wattmètres-heure essayés étaient les suivants :

Compteur A. E. G. type oscillant;
Compteur Aron pendulaire;
Compteur B. T. H. à moteur à résistance externe;
Compteur Chamberlain et Hookham moteur à mercure;
Compteur Everett et Edgcumbe type moteur en dérivation;
Compteur Evershed et Vignoles type moteur;
Compteur Siemens et Vignoles type moteur.

Les essais se poursuivent depuis trois mois pendant lesquels tous ces compteurs ont supporté absolument les mêmes conditions de marche. De temps à autre, des observations et des lectures sont relevées. Il se passera encore environ un an avant que des informations précises puissent être obtenues. Les conférenciers donnent des détails sur les appareils employés pour faire varier la charge et sur les différents résultats dont ils dressent des tables au fur et à mesure qu'ils les obtiennent à savoir au sujet de : effets de variation de tension, effets de la température, adaptation à tel compteur, pour telle charge, etc. — A. H. B.

MOTEURS

Moteurs électriques submersibles.

Suivant le *Times Engineering Supplement*, on a récemment essayé, à Hammersmith, des moteurs électriques qui sont construits par la maison « Submersible and J.-L. Motors » de Southall (Middlesex), pour fonctionner au-dessous de l'eau et qui, assure-t-on, pourraient avantageusement actionner des pompes à bord des navires au cas d'accident et rendre de précieux services durant les opérations éventuelles de sauvetage. Aux fins de démonstrations, l'on a coulé dans la Tamise une barque de 100 tonnes, et l'on a descendu dans cette barque un moteur de l'espèce qui était accouplé directement à une pompe centrifuge de 12,7 cm pouvant décharger 2700 litres de liquide par un tuyau se prolongeant au-dessus de la surface de l'eau. Le moteur en question a actionné la pompe de manière que la barque flottait de nouveau en quelques minutes à partir du moment où le niveau de la marée avait laissé émerger le plat-bord. La même barque n'a pas tardé à être mise complètement à sec. Le moteur essayé était du type clos ou semi-clos à cage d'écureuil et d'une puissance de 40 ch; il faisait 950 tours par minute, et il était alimenté avec du courant alternatif sous 220 volts et à la fréquence de 50 qu'amenaient des câbles spéciaux. — G.

TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

L'amortisseur Saxenberg pour la suppression des perturbations téléphoniques.

Suivant l'*Electrical Review*, un ingénieur suédois, M. Saxenberg, a inventé un appareil qui supprime ou tout au moins atténue, sur les lignes téléphoniques, tous bourdonnements et autres bruits étrangers aux conversations échangées. Cet appareil, fort simple, consiste essentiellement en une résistance réglable de dispersion aménagée sur la ligne pour les extra-courants, résis-

tance formée de deux colonnes d'eau qui sont reliées ensemble et avec la terre à une extrémité, tandis que les autres extrémités se trouvent accouplées aux fils téléphoniques. On insère un pareil dispositif à chaque extrémité de la ligne, tout près du téléphone, de manière que le correspondant l'ait à sa portée et qu'il puisse, en élevant ou abaissant l'une ou l'autre des électrodes, supprimer les bourdonnements. Grâce à sa résistance non inductive, l'amortisseur conduit à la terre toutes les charges statiques ou les courants induits qui prennent cette voie de préférence au circuit inductif à travers le téléphone. En même temps, l'amortisseur constitue une excellente protection contre les décharges atmosphériques. Comme on peut régler les électrodes et faire ainsi varier les résistances aux pôles indépendamment l'une de l'autre, il devient possible de compenser les diverses pertes pouvant se produire sur la ligne. La perte et l'induction varient suivant l'état atmosphérique, et un nouveau réglage de l'appareil devient par suite fréquemment nécessaire, afin que l'on puisse obtenir le plus grand effet d'amortissement réalisable. D'où l'opportunité de placer l'appareil dans une position où il sera facilement accessible.

L'appareil en question a été essayé sur la ligne téléphonique Vesteraas-Traangfors qui était autrefois presque inutilisable, et on a constaté une amélioration remarquable dans la transmission. Précédemment on avait essayé d'obtenir le même résultat en disposant, entre les fils, une bobine d'inductance dont le centre était relié à la terre. Mais ce dernier dispositif a le grand désavantage d'offrir une résistance inductive ; il comporte en outre cet inconvénient que les deux parties de la bobine ne sont pas réglables en ce qui concerne leurs relations mutuelles. Il n'offre donc aucune chance de succès en comparaison de l'amortisseur réglable, lequel n'étant pas inductif, peut s'employer comme un remède contre toutes les perturbations ordinaires susceptibles de se produire. L'amortisseur Saxenberg est construit industriellement par la compagnie « Allmäna Svenska Elektriska ». — G.

TRACTION

Le chemin de fer surélevé de Hambourg.

Le 15 février dernier a été inauguré à Hambourg un chemin de fer électrique surélevé qui a doté cette ville d'une installation remarquable tant au point de vue électro-technique, sous le rapport de la force motrice, de l'éclairage et de la sûreté du fonctionnement, qu'en ce qui concerne la beauté de l'architecture et le confort de tout le matériel.

Il se compose, sur environ le tiers de sa longueur, de viaducs et de ponts; un quart de sa longueur est souterrain, le reste se compose de terrassements, en partie entre des murs de revêtement.

Le courant employé pour le service électrique est du courant continu qui est amené par un rail de contact placé à côté de la voie; il est produit sous forme de courant triphasé à haute tension dans une station génératrice spéciale construite à Barmbeck: il est transmis à deux sous-stations situées à la gare principale et à Eppendorf où il est transformé en courant continu d'une tension de 800 volts et conduit au rail de contact; une partie de l'énergie transformée est emmagasinée dans de grandes batteries d'accumulateurs; le courant est fourni aux voitures par des appareils de prise de courant qui ne touchent le rail de contact qu'à sa partie inférieure, de sorte que ce dernier a pu être isolé sur les autres parties. Le service se fait exclusivement au moyen de voitures motrices, pourvues chacune de deux moteurs de 100 ch et munies d'un système de commande multiple, de sorte que les trains peuvent être conduits de chaque voiture; ces voitures ont un frein à air comprimé, une installation de chauffage électrique et une installation d'éclairage qui s'allume automatiquement quand les voitures passent sous les tunnels.

La longueur de la ligne est de 27 850 m; l'écartement normal est de 1435 mm; le rayon de la plus forte courbe est de 75 m et la plus forte rampe de 1 : 20,7. La distance moyenne entre les stations est de 812 m, la longueur des embarcadères est de 60 m.

La station génératrice contient deux turbo-dynamos de 2000 kw chacune, une turbo-dynamo de 4000 kw et cinq chaudières aquatubulaires d'une surface de chauffe de 420 m² chacune. Le courant triphasé est engendré sous une tension de 6000 volts et à la fréquence de 50 périodes.

Les frais de construction du chemin de fer avec les voies, non compris l'achat du terrain qui est fourni par l'Etat, se sont élevés à 52 945 850 fr ; ceux des installations secondaires (modifications des rues, etc), qui sont à la charge de l'Etat, à 6 760 875 fr, et le matériel d'exploitation (capital fondamental de la société anonyme du chemin de fer surélevé de Hambourg) à 18 750 000 fr. — H. M.

Nouvelles

La télégraphie sans fil dans l'avenir.

Bientôt, il sera impossible d'interrompre les relations entre les différentes parties du monde; les ouragans qui renversent les poteaux télégraphiques, les insectes qui coupent les câbles sont sans effet sur l'éther Des forêts tropicales ou des mers de glace, du centre des armées ou des milieux commerçants et industriels, les progrès nous sont signalés au jour le jour. Dans la haute mer, le voyageur reçoit les nouvelles courantes du monde entier; tous les steamers sont en relations l'un avec l'autre; les communications sont établies à bas prix. Le moment approche où, grâce à la radiotélégraphie, il sera possible à chacun de correspondre économiquement avec ses semblables, où qu'ils soient.

*
* *

Le chemin de fer surélevé et souterrain de Berlin.

Le Conseil municipal de Berlin vient de décider de faire construire un chemin de fer électrique surélevé et souterrain entre Gesundbrunnen et Neukoln, pour relier les quartiers populeux de Berlin au centre de la ville; ce chemin de fer devra faire face à un mouvement de 50 à 60 millions de voyageurs; la dépense est de 112,5 millions de francs; les contrats de fourniture sont conclus.

*
* *

Application industrielle de l'épuration électrolytique de l'eau

La stérilisation électrolytique de l'eau est appliquée avec grand succès depuis quelque temps dans une fabrique de laine anglaise; l'eau employée par la fabrique provient de tourbières et elle est contaminée; on avait essayé sans résultat différents procédés pour l'épurer; le traitement par l'hypochlorite électrolytique a résolu le problème.

*
* *

Le service téléphonique en Angleterre.

D'après une déclaration du Directeur général des postes anglaises à la Chambre londonnienne de commerce, le délai s'écoulant entre la réception de l'appel et la réponse de l'opératrice ne dépasse pas en moyenne 5,1 secondes. Une somme de 62,5 millions de francs sera affectée cette année à l'amélioration du service.

*
* *

Transformateurs.

La Compagnie américaine Westinghouse met actuellement sur le marché des transformateurs d'extérieur pouvant supporter des tensions de 35 000 volts.

*
* *

Extension des usines de la Edison Cy.

Il vient d'être décidé d'augmenter l'équipement de la Fisk-Steet Station de la *Commonweath Edison Company* par l'adjonction de quatre groupes de 20 000 kw; les turbines de ces groupes seront établies pour une puissance de 40 000 ch.

*
* *

Les forces naturelles.

Un Comité spécial a été constitué en Angleterre pour rechercher quelles sont les forces naturelles auxquelles l'Angleterre pourrait le faire mieux appel dans l'avenir.

Ce Comité vient de publier plusieurs rapports de ses membres les plus éminents, relativement à l'utilisation du radium, à l'utilisation de la chaleur terrestre, à l'utilisation du pétrole, à l'emploi des moteurs à gaz et des turbines à vapeur, etc.

Tous ces rapports signalent le grand avantage de la canalisation de la production de la force et de la transmission électrique; une proposition très intéressante du président, M. W. Ramsay, consisterait à installer des centrales génératrices à la mine, non à l'embouchure des puits, toutefois, mais au fond de ceux-ci.

Des essais seront faits, paraît-il, dans cet ordre d'idées.

*
* *

Convertisseur à mercure de 200 kilowatts.

On rapporte que des convertisseurs à mercure établis par M. Cooper Herwitt ont pu fonctionner avec une charge de 200 kw dans une sous-station de transformation pour la traction.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

L'électricité dans les mines.

Avantages de l'électricité. — Les applications de l'électricité à l'exploitation des mines présentent de grands avantages.

En premier lieu, dans des mines ou groupes de mines desservies électriquement, la production de l'énergie peut être centralisée dans une usine unique où elle se fait avec le maximum d'économie grâce à l'emploi des machines primaires et de générateurs électriques à haut rendement. Les frais d'entretien et de surveillance sont ainsi diminués et l'on obtient dans le service une sécurité de fonctionnement très grande, des surcharges temporaires telles que celles résultant, par exemple, d'un accident à l'une des machines pouvant être reportées sur l'ensemble de l'équipement restant; le matériel peut d'ailleurs comprendre un certain nombre d'appareils de réserve ayant pour but de prendre la charge des machines éventuellement mise hors de service.

D'autre part, la station centrale (fig. 174) peut être établie au point le plus avantageusement situé et construite en tenant compte aussi étroitement qu'il le faut des exigences de la production, de l'obtention de l'eau nécessaire pour les chaudières et les condenseurs, de la manutention du combustible et des cendres, etc., et sans s'arrêter, pour ainsi dire, à la situation relative des divers points à alimenter.

Fig. 174. — Usine génératrice d'une mine.

On peut aussi acheter l'énergie électrique à des usines existantes, la produisant soit au moyen de groupes thermiques, soit à l'aide de groupes hydrauliques; l'alimentation de grandes exploitations minières par des usines génératrices en service augmente la charge de celles-ci et en améliore les conditions de fonctionnement.

L'utilisation de l'électricité élimine la nécessité des longues conduites de vapeur ou des tuyauteries à air comprimé; ces conduites sont d'un prix élevé et les frais d'entretien en sont considérables; elles constituent un danger per-

manent; de plus, elles sont très difficiles à développer lorsque des extensions deviennent utiles; les canalisations électriques sont beaucoup plus sûres; elles ne sont pas sujettes à autant de dérangements; elles n'occasionnent que moins de frais d'entretien; elles ne sont pas affectées par les variations de température; elles sont moins encombrantes, leur installation est beaucoup plus libre et elles se prêtent mieux aux extensions.

Sans doute il est vrai que l'on est parvenu à de très bons résultats au point de vue du rendement avec des transmissions à vapeur; néanmoins, ces conduites occasionnent des frais d'installation et d'entretien si élevés que, plutôt que d'y recourir, on est amené à installer des chaudières séparées, même dans des mines où les sièges d'exploitation sont relativement rapprochés.

Avec la commande électrique, ce problème n'existe pas; beaucoup d'exploitations distribuent économiquement l'énergie électrique d'une usine génératrice à des puits situés à des distances de 15 à 20 km de l'usine même; dans des installations récentes, les portées de transmission sont encore deux fois plus grandes.

Tout le système peut être soumis, d'une façon permanente, à un contrôle constant; il suffit, pour cela, d'établir des instruments de mesure aux points voulus et l'on arrive ainsi très aisément à assurer le maintien de tout l'outillage en parfait état de fonctionnement, à déceler les moindres défectuosités des machines, à surveiller le travail.

Dans l'application du moteur électrique aux différentes catégories de machines, on réalise souvent une grande simplification d'outillage grâce à ce que les caractéristiques des moteurs électriques à courant continu et à courant alternatif rendent généralement ces moteurs propres à être accouplés, directement ou par l'intermédiaire d'engrenages, aux appareils qu'ils commandent en supprimant les transmissions à courroie et à arbre de transmission qui occasionnent des pertes d'énergie élevées, ainsi que des dépenses d'entretien et de renouvellement considérables

On réduit d'autant plus les pertes, que l'on est amené, pour beaucoup de machines, à substituer la commande individuelle à la commande par groupe; il en est ainsi notamment pour la commande des concasseurs, des trieurs, des lavoirs, etc.

Comme il est facile d'évaluer très exactement les puissances absorbées par chaque machine et à chaque moment, il devient possible de se rendre compte, d'une manière permanente, du bon fonctionnement des appareils; tout excès de puissance est immédiatement décelé et, en même temps, les défauts qui les occasionnent; les applications peuvent, au surplus, être divisées de telle manière que les sections séparées de l'équipement fournissent le minimum de charge pour l'usine et, lorsque celle-ci possède plusieurs groupes générateurs, on peut ne maintenir en service que la partie de l'installation strictement nécessaire.

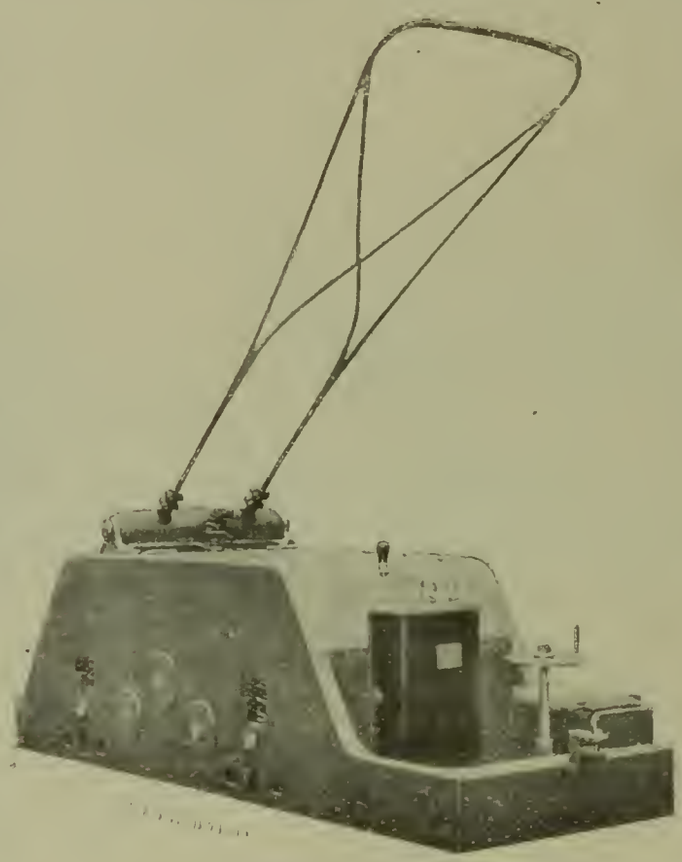


Fig. 175. — Locomotive de mine (Dick Kerr et Cie).

La souplesse du procédé électrique rend possible l'emploi des machines portatives et permet d'exécuter avec le minimum de dépenses les additions et modifications qui peuvent être désirables au cours de l'exploitation; comme on a toute liberté de déplacer les machines existantes et de faire choix des emplacements les plus avantageux pour les machines additionnelles, les installations restent entièrement économiques et sûres.

En dehors des applications mécaniques dont il a été parlé jusqu'ici, il y a lieu de prendre en considération d'autres usages :

La supériorité économique et technique de l'éclairage électrique, tant pour les galeries que pour la surface, est universellement reconnue; les procédés de signalisation électrique sont d'une flexibilité incomparable; les dispositifs de sûreté électriques n'ont point d'équivalent.

A ces avantages généraux, il faut ajouter les qualités spéciales de la plupart des appareils électriques pris individuellement.

Locomotives électriques. — Les locomotives

électriques (fig. 175 et 176), par exemple, sont d'une supériorité incontestable sur toutes les autres; leur rendement est élevé; leur robustesse mécanique, parfaite; leur simplicité de contrôle et de service, extrême; leur compacité, sans égale. Il n'y a pas de tracteur qui puisse leur être comparé, particulièrement pour le service des galeries basses.

A moins de circonstances exceptionnelles, les locomotives à vapeur ne conviennent pas pour les mines; les machines à air comprimé ont des inconvénients divers qui les rendent également d'un emploi assez limité, leur rendement ne dépasse guère 25 à 30 0/0; elles sont plus encombrantes que les locomotives électriques; la charge des réservoirs constitue une sujétion très pénible et très dispendieuse; il implique des pertes de temps qui diminuent sérieusement la durée de service utile des machines; les distances qui peuvent être couvertes avec une charge sont limitées; le prix d'achat est supérieur à celui de machines électriques équivalentes; leur robustesse est inférieure; tout au plus est-ce avec les locomotives électriques à accumulateurs que l'on pourrait les faire entrer en comparaison et seulement, par conséquent, pour des cas d'application exceptionnels; mais du moment où une partie du service est faite électriquement, il vaut bien mieux employer des machines à accumulateurs; d'ailleurs, la valeur des machines électriques est si bien établie qu'il est fait usage de locomotives de cette espèce même dans des exploitations où l'air comprimé est utilisé pour d'autres applications.

Traînages. — Pour les services de transport où l'emploi des locomotives n'est pas possible, on continue à employer les tirages; dans des cas particuliers on peut utiliser des tirages à chaînes sans fin, des transporteurs à courroie ou des chaînes à godets. De toute autre façon, on considère le moteur électrique comme très utile pour la commande de ces machines à raison de la nature de son mouvement (rotation) et du grand couple de démarrage qu'il peut fournir; les principaux avantages qu'on lui attribue sont les suivants :

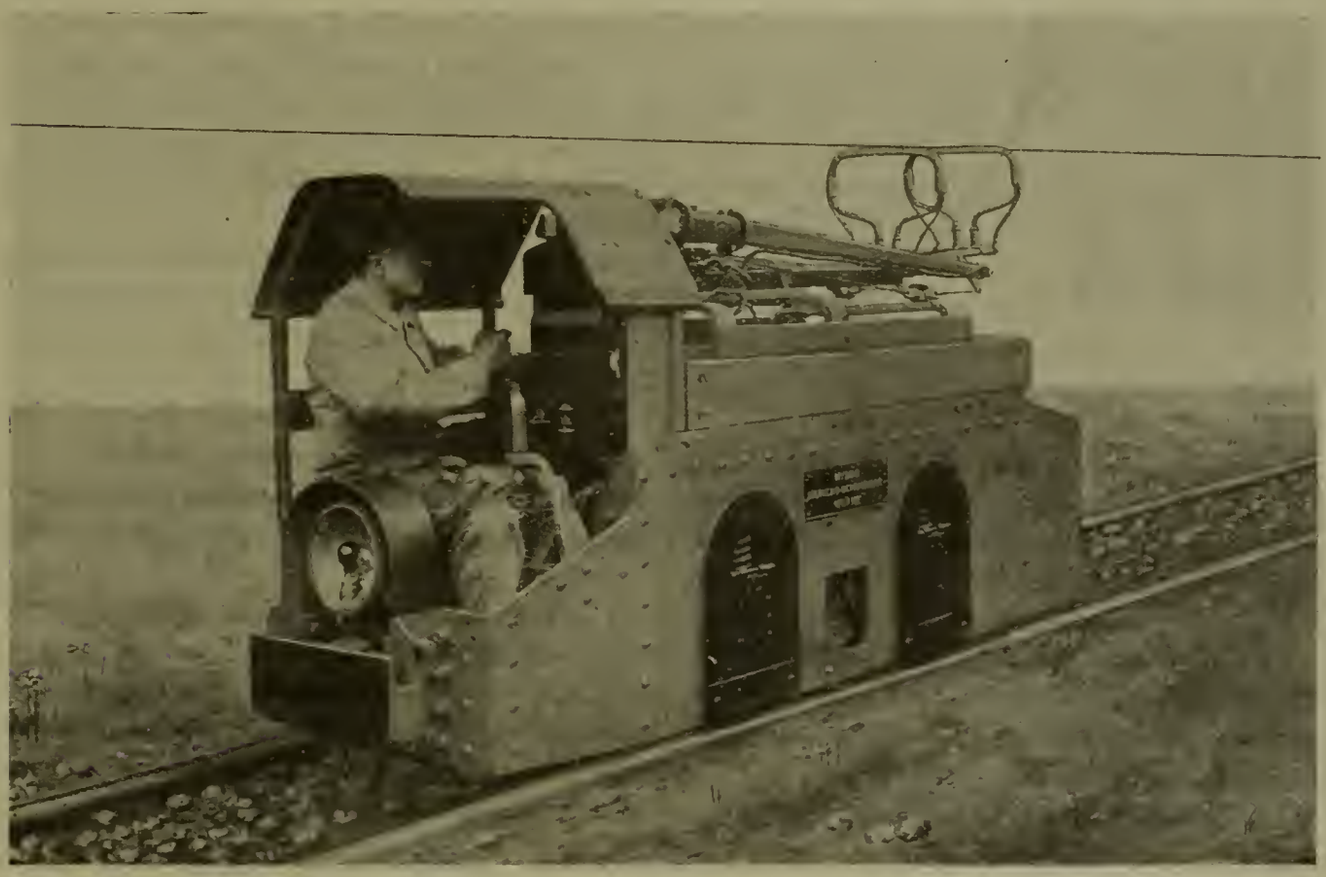


Fig. 176. — Locomotive de mine (Siemens-Schuckert-Werke).

L'effort est uniforme pendant le tour; il n'y a pas de mouvement alternatif, pas de bielles de transmission ou de manivelle.

La dépense d'énergie est strictement limitée aux périodes de travail, ce qui diminue cette dépense.

Dans certains cas, on peut réaliser un freinage à récupération restituant au système de distribution une bonne partie de l'énergie consommée dans le levage.

Les machines à vapeur peuvent donner lieu à des inconvénients graves qui n'existent pas avec

les machines électriques (eau de condensation dans les cylindres; gelée).

Le rendement des transmissions électriques est beaucoup plus élevé que celui des transmissions à vapeur; les pertes d'énergie dans les lignes sont généralement négligeables, pour les distances dont il s'agit dans les mines, comparativement à celles qui résultent des condensations dans les conduites de vapeur.

Les vapeurs d'échappement rendent l'emploi des machines à vapeur difficile ou impossible dans les parties souterraines.

Le treuil électrique constitue la forme de machine de cette espèce la plus compacte qui puisse être réalisée, le moteur pouvant être monté sur le même bâti que le treuil et disposé pour actionner celui-ci directement au moyen d'engrenages; le poids est minimum, l'encombrement également, ce qui est avantageux pour les installations souterraines où la place disponible est ordinairement réduite.

La grande élasticité de réglage de la vitesse des moteurs électriques et la simplicité du service réduisent au minimum les frais d'entretien et de réparation.

Le service est assez simple pour pouvoir être confié sans inconvénient aux ouvriers ordinaires.

Des accessoires de sécurité, — lampes, sonneries, coupe-circuit automatiques, etc., — peuvent rendre le fonctionnement des appareils presque complètement automatique.

Machines d'extraction. — La question se présente sous le même aspect en ce qui concerne les machines d'extraction.

Trois méthodes sont principalement envisagées aujourd'hui pour la commande de ces machines :

La commande à la vapeur;

La commande à l'air comprimé;

La commande électrique.

La commande par l'air comprimé, quoique étudiée depuis quelques années déjà, n'a reçu que peu d'applications; il n'est pas probable qu'elle en reçoive jamais beaucoup, étant donnée la façon très complète dont la commande électrique, plus simple, satisfait aux différentes conditions posées.

La commande par machine à vapeur présente les inconvénients suivants :

On ne peut guère utiliser que des machines échappant à l'air libre et dont le fonctionnement est peu économique.

Les chaudières ont à faire face à une charge intermittente soumise à de grandes fluctuations.

Les machines à vapeur doivent être conditionnées en prévision des grands couples de démarrage requis; pendant la plus grande partie de la marche, elles ne fonctionnent qu'avec une charge réduite.

Même s'il y a plusieurs installations l'une à côté de l'autre, la charge totale reste éminemment variable et aucune compensation ne s'établit entre les machines.

Aucune récupération d'énergie dépensée dans les périodes de retardation n'est possible.

Ces inconvénients sont supprimés avec la commande électrique qui a, de plus, les avantages suivants :

Les frais d'installation et les dépenses de service sont réduits.

Il est possible d'employer des dispositifs de sécurité qui empêchent très efficacement tout dépassement aux points extrêmes et suppriment ainsi une source de graves dangers.

H. Marchand.

(*A suivre.*)

Procédé Ward Léonard pour l'éclairage des automobiles.

Le schéma de ce système est donné à la figure 177. L'équipement comprend une dynamo ordinaire à excitation shunt, un interrupteur-série normalement fermé, un interrupteur-shunt normalement ouvert, la batterie et l'installation d'éclairage; dans le circuit de l'excitation est insérée une résistance dont la mise en circuit est contrôlée par l'interrupteur-série normalement fermé.

Le fonctionnement du système se fait de la façon suivante :

La bobine de l'interrupteur-série est construite pour une intensité normale de 10 ampères et, lorsque cette intensité est atteinte, l'interrupteur-série s'ouvre et détermine l'insertion dans le circuit de l'enroulement d'excitation de la dynamo de la résistance de réglage prémentionnée; cette manœuvre a pour conséquence d'abaisser l'inten-

sité, lorsque celle-ci est ramenée à 9,9 ampères, l'interrupteur se referme et la résistance est de nouveau court-circuitée et ainsi de suite; la rapidité de fonctionnement de l'interrupteur automatique dépend de la vitesse de marche du véhicule, elle est d'autant plus grande que la vitesse de marche est plus élevée.

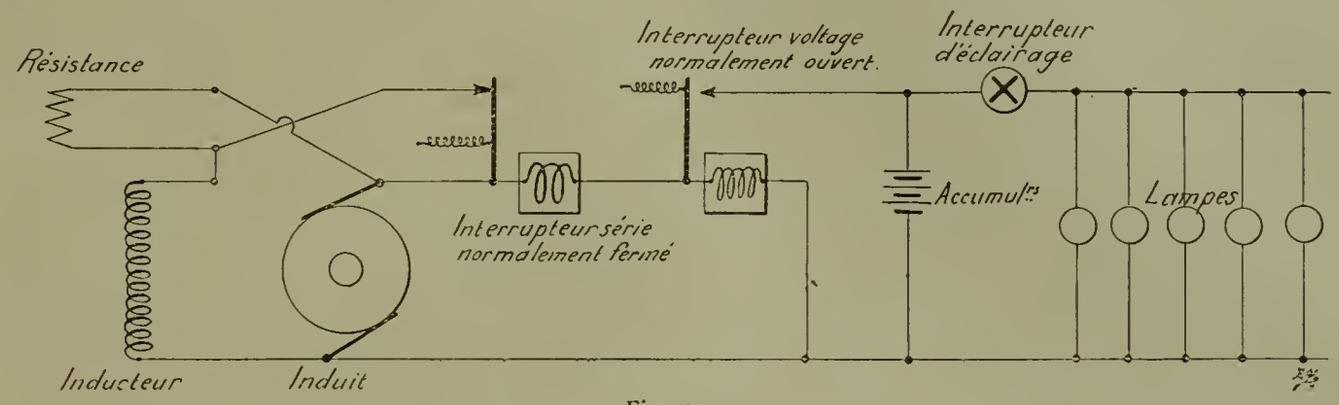


Fig. 177.

L'interrupteur-shunt est pourvu d'une bobine à double enroulement, un enroulement principal et un enroulement auxiliaire, ce dernier destiné à assurer l'annulation du magnétisme résiduel.

La dynamo s'installe de l'une quelconque des façons usuelles; la transmission s'effectue, suivant les circonstances, par chaîne silencieuse, par courroie ou par engrenages.

On emploie de préférence deux batteries distinctes, l'une pour l'allumage, l'autre pour l'éclairage; les circuits sont établis pour qu'il ne soit pas nécessaire d'enlever les batteries, les batteries normales sont des batteries à 60 ampères-heures sous 6 volts; chacune des batteries peut fonctionner, soit sur le circuit d'éclairage, soit celui de l'allumage.

H.

Nouveaux moulins électriques à café et à épices.

Les moulins à café et à épices réalisés jusqu'ici, en deux parties, moulin et moteur, sont généralement distincts l'un de l'autre; entre les deux parties doit être établie une transmission qui s'effectue par courroie ou par engrenage; cette transmission peut être une cause d'ennuis, elle occasionne d'ailleurs une perte d'énergie; en outre, les appareils sont relativement encombrants.

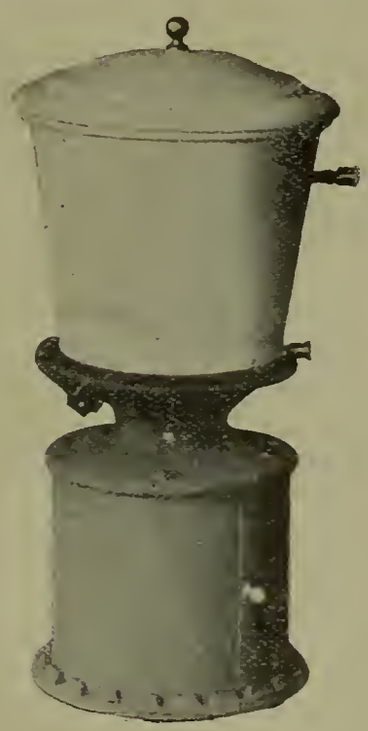


Fig. 178.

Pour remédier à ces inconvénients, une maison suisse vient de mettre sur le marché un type de moulin où le moteur est placé dans la trémie et

Fig. 179.

accouplé directement à l'axe du mouvement; ce type est réalisé, pour les différents genres de courant, en deux modèles.

Voici les rendements indiqués par les constructeurs (tableau) ainsi que les dimensions de chaque modèle :

	Grand modèle. (fig. 178.)	Petit modèle. (fig. 179)
	—	—
Hauteur maximum, mm.	720	620
Diamètre maximum, mm.	300	250

TABLEAU

Grandeur	Genre de courant	Rendement par heure en kilogrammes (1)		Puissance du moteur en chevaux	Poids du moulin en kg
		Café ordinaire	Café de malt		
Petit modèle					
G M 2	Continu	30-30	35-40	0,2	21
W M 2	Monophasé	15-20	20-25	0,17	25
Z M 2	Diphasé	25-30	35-40	0,2	25
D M 2	Triphasé	25-30	35-40	0,2	25
Grand modèle					
G M 4	Continu	60-80	75-100	0,5	36
W M 4	Monophasé	35-50	45-65	0,35	46
Z M 4	Diphasé	60-80	75-100	0,5	46
D M 4	Triphasé	60-80	75-100	0,5	46

(1) Le rendement varie suivant la qualité et la grosseur de la mouture.

M.

Jurisprudence.

Les vols d'énergie électrique et la substitution des lampes à filament métallique aux lampes ordinaires. — Arrêt de la cour d'Amiens du 3 novembre 1911.

On sait combien les entreprises de distribution d'énergie électrique ont du mal à se défendre contre les fraudes de leurs abonnés à l'éclairage, et plus spécialement de leurs abonnés à forfait, qui ont trop souvent recours à des procédés plus ou moins malhonnêtes pour augmenter leur éclairage sans payer de supplément de prix. Tantôt ils transforment, à l'insu de l'entrepreneur ou de la compagnie concessionnaire du service de l'éclairage, les lampes alternantes prévues par leur police d'abonnement en lampes continues, tantôt ils substituent aux lampes de 5 ou de 10 bougies, pour lesquelles ils payent, des lampes de 20, de 32, ou même de 50 bougies. L'un et l'autre procédés ont été considérés par la jurisprudence comme pouvant constituer le délit de vol.

Mais, en ce qui concerne les substitutions de lampes, les tribunaux correctionnels ne s'étaient jusqu'ici prononcés que dans des cas où il ne s'agissait que de lampes à filament de carbone, aussi bien pour les lampes substituées que pour les lampes prévues par la police.

Or, depuis l'invention des lampes à filament métallique, la question de savoir si la substitution frauduleuse, à une lampe d'un nombre de bougies déterminé, prévue par la police, d'une lampe d'un plus grand nombre de bougies, peut être considérée comme constituant un vol, est devenue plus délicate. En effet, l'influence d'un facteur nouveau intervient dans la solution de la question : c'est l'économie de consommation réalisée par les nouvelles lampes.

Au temps où il ne s'agissait que de lampes à filament de carbone, il ne pouvait y avoir diffi-

culté : les juges n'avaient qu'à comparer les puissances lumineuses respectives des lampes prévues par le contrat d'abonnement et des lampes substituées par l'abonné et, si ces dernières étaient plus puissantes, de 20 bougies au lieu de 10, par exemple, la substitution constituait, sans aucun doute, un vol, parce qu'il était certain pour tout le monde que la lampe de 20 bougies consommait plus de courant que la lampe de 10 et que l'abonné ne pouvait sérieusement prétendre l'ignorer ; la mauvaise foi de l'abonné, aussi bien que l'appréhension d'une quantité de courant supérieure à la quantité payée en vertu du contrat à forfait, étaient deux éléments également faciles à prouver.

Actuellement, il n'en est plus de même : la plupart des contrats d'abonnement à forfait encore en cours sont basés sur l'emploi de lampes à filament de carbone consommant environ de 3,3 watts à 3,5 watts par bougie, alors que les abonnés leur substituent des lampes à filament métallique, d'un pouvoir éclairant beaucoup plus considérable, mais ne consommant pas beaucoup plus de 1 watt par bougie (tout au moins d'après les prospectus). Il peut donc arriver que la lampe à filament métallique substituée, tout en augmentant beaucoup l'éclairage de l'abonné, ne consomme qu'une quantité de courant sensiblement la même que la lampe à filament de carbone prévue par la police à forfait. Or, pour qu'il y ait vol de courant électrique, il faut naturellement que la quantité de courant consommé du fait de la substitution frauduleuse, soit plus considérable que la quantité payée.

Telle est précisément la question qu'avait dernièrement à résoudre la Cour d'appel d'Amiens, jugeant correctionnellement, dans une poursuite dirigée par la Société l'*Énergie électrique* contre un de ses abonnés à forfait qui avait substitué, à l'insu de la Compagnie, une lampe de 50 bougies à filament métallique à la lampe de 10 bougies à filament de carbone prévue par sa police pour l'éclairage de sa cuisine.

A dire vrai, le tribunal correctionnel de Vervins, qui avait eu à connaître de la poursuite en première instance, avait placé la question sur un tout autre terrain, interprétant le contrat d'abonnement à forfait de telle façon qu'il considérait l'abonné comme ne pouvant être poursuivi pour vol, du moment que, même en y comprenant la lampe de pouvoir lumineux supérieur substituée à la lampe prévue par la police, l'intensité lumineuse globale de toutes les lampes trouvées allumées au moment du constat ne dépassait pas le nombre de bougies représenté par l'ensemble des lampes indiquées par ladite police, pour toute l'installation. C'est ce qui résulte de cette partie du jugement, dont nous reproduisons le texte :

Attendu que de la part d'un abonné à l'éclairage électrique, le vol d'électricité au préjudice de son fournisseur consiste nécessairement dans la captation et l'usage frauduleux d'une quantité d'énergie électrique supérieure à celle que nécessite la production de toute la lumière à laquelle il a droit en vertu de son contrat ; que ce vol ne saurait donc résulter du simple fait d'avoir substitué à quelques-unes des lampes prévues au contrat d'autres lampes plus fortes, si cette substitution n'a pas eu pour conséquence nécessaire de produire effectivement un éclairage total dépassant la mesure convenue.

Attendu, dès lors, qu'autorisé par le contrat sus énoncé à se servir simultanément, — puisque l'acte ne stipule à cet égard aucune restriction, — de lampes dont l'ensemble a un pouvoir éclairant de 110 bougies, B... n'aurait commis le vol qui lui est reproché que s'il avait, à un moment donné, ce qui n'est nullement établi, dépensé pour son éclairage une quantité d'énergie électrique supérieure à celle qui produit une lumière de 110 bougies, ou, en d'autres termes, fait fonctionner simultanément des lampes, dont la lumière totale aurait dépassé cette mesure; qu'en substituant dans sa cuisine une lampe de 50 bougies à celle de 10 bougies prévue au contrat, il a certainement manqué à ses obligations, mais que ce fait, pour les raisons ci-dessus exposées, ne constitue pas, en lui-même, le délit de vol et ne peut donner lieu qu'à une réparation civile.

Attendu que la partie civile objecte vainement que la substitution de lampe opérée par B... lui permettait de dépasser, dans l'ensemble de son éclairage, sans qu'elle pût s'en rendre compte, la limite de 110 bougies; que cette considération est sans doute vraie, mais qu'on ne saurait néanmoins assimiler au délit l'acte qui en rend l'exécution possible et facile, son auteur l'eût-il accompli, ce qui n'est pas prouvé en l'espèce, dans le but de commettre le délit ;

Attendu que succombant dans son action, la partie civile doit supporter les dépens,

Par ces motifs,

Le tribunal

Relaxe purement et simplement B... des fins de la poursuite, sans peine, ni dommages et intérêts, ni dépens.

Condamne la partie civile aux dépens.

Ce qui pouvait paraître le plus regrettable dans ce jugement, c'était moins l'acquittement du fraudeur poursuivi, que l'interprétation adoptée par le tribunal et qui, si elle avait été maintenue, aurait pu constituer pour les entreprises d'éclairage électrique une jurisprudence essentiellement défavorable à la défense de leurs droits contre les fraudes des abonnés à forfait.

Cette interprétation aurait rendu, en effet, la constatation des vols absolument impossible dans

le cas d'installation comprenant un assez grand nombre de lampes, car il aurait fallu trouver, avec la lampe frauduleusement substituée, toutes les lampes de l'installation allumées à la fois, ce qui aurait été très difficile à constater.

De plus, au point de vue juridique, elle était inacceptable, parce qu'elle dénaturait le sens et la portée du contrat d'abonnement à forfait.

Il faut bien observer, en effet, que le contrat d'abonnement à forfait à un certain nombre de lampes électriques ne suppose nullement que l'abonné ait le droit de se servir simultanément pendant toute la durée des heures d'éclairage, du nombre total de bougies correspondant à l'ensemble des lampes souscrites. S'il en était ainsi, le prix de l'éclairage, toujours basé évidemment sur la consommation présumée du courant électrique, serait fixé d'après la consommation réelle de courant correspondant à la mise en action du nombre total de bougies de l'installation pendant toute la durée des heures d'éclairage. Or, un prix ainsi fixé serait certainement exorbitant et hors de proportion avec les besoins normaux d'éclairage de l'abonné qui, lorsqu'il a un certain nombre de lampes réparties dans les différentes pièces composant son habitation, n'a généralement pas de motif sérieux de les tenir allumées toutes à la fois.

C'est précisément à ce défaut de nécessité de l'éclairage simultané de toutes les pièces d'un appartement ou d'une habitation, que répond l'abonnement à forfait : le *prix à forfait*, fixé d'après le nombre de lampes de l'installation et leur intensité lumineuse, correspond, comme son nom l'indique, à une consommation forfaitaire, calculée d'après le nombre présumé d'heures d'éclairage en rapport, pour chaque lampe, avec les besoins normaux d'éclairage auxquels elle doit satisfaire.

Deux éléments entrent donc dans la fixation du prix à forfait : 1° la consommation horaire de chaque lampe, proportionnelle à son intensité lumineuse; 2° le nombre d'heures présumé pendant lesquelles elle brûlera dans un mois, ou dans une année.

D'où il suit que, dans l'abonnement à forfait pour toute une installation comprenant un certain nombre de lampes d'une intensité lumineuse déterminée pour chacune d'elles, chaque lampe devra être considérée isolément comme concourant, d'après son intensité lumineuse et sa consommation propres, au prix total de l'éclairage pour toute l'installation, et que, par conséquent, on devra supposer comme devant être observées de bonne foi par l'abonné les deux conditions suivantes :

1° Que les lampes ne brûleront qu'au fur et à mesure des besoins normaux d'éclairage se rapportant à chacune d'elles;

2° Que l'abonné ne modifiera pas le nombre et l'intensité ou, plus exactement, la consommation des lampes installées.

Remarquons, d'ailleurs, que, dans l'espèce, c'est sous cette double condition que le contrat d'abonnement avait été expressément conclu, ainsi qu'il résultait de la correspondance préliminaire. Il n'était donc pas douteux que le jugement du tribunal de Vervins, par son interprétation, dénaturait à la fois le sens et la portée des conventions.

Examinons maintenant, au point de vue de savoir s'il y avait vol, l'infraction au contrat commise par l'abonné.

D'une part, il y avait bien appréhension d'une certaine quantité de courant, dont il ne payait pas le prix; en effet, à une lampe de 10 bougies à filament de carbone consommant 3,5 watts par bougie-heure et par conséquent, 35 watts-heure, l'abonné avait substitué une lampe de 50 bougies à filament métallique consommant 1 watt par bougie-heure (d'après le prospectus) et par conséquent, 50 watts-heure. C'était donc 15 watts par heure d'éclairage pour cette lampe, qu'il consommait, par suite de la substitution, sans en payer le prix.

D'autre part, l'intention frauduleuse, deuxième élément nécessaire du délit de vol, ne semblait pas douteuse, puisque l'abonné avait opéré la substitution malgré son engagement formel et à l'insu de la Compagnie, sachant certainement, par la comparaison de la consommation de la lampe à filament métallique indiquée par le prospectus, avec la consommation de sa lampe de 10 bougies à filament de carbone, précisée nettement par sa police d'abonnement, que la lampe substituée par lui pour augmenter son éclairage, consommait plus que la précédente.

C'est pourtant cette intention frauduleuse que la Cour d'Amiens — tout en admettant implicitement la théorie que nous venons d'exposer et qui se trouvait développée dans les conclusions d'appel de la Société l'*Energie électrique* — a refusé de considérer comme suffisamment établie dans l'espèce, pour justifier la condamnation pour vol demandée par la Société contre l'abonné poursuivi.

Voici le texte de l'arrêt de la Cour :

ARRÊT

La Cour;

Après en avoir délibéré conformément à la loi, jugeant publiquement;

Considérant qu'il n'est pas établi qu'en substituant dans sa cuisine à une lampe électrique ordinaire de 10 bougies une lampe à filament métallique de 50, B... ait eu l'intention frauduleuse de s'approprier une certaine quantité d'électricité au préjudice de la Société l'Énergie électrique;

Que les lampes à filament métallique, dites économiques, consommant proportionnellement beaucoup moins d'électricité que les lampes ordinaires, il a pu ne pas se rendre compte que sa lampe Westinghouse de 50 bougies consommerait 15 watts par heure de plus que son ancienne lampe de 10 bougies et qu'il causerait ainsi à la Société appelante un préjudice qui est des plus minimes puisqu'il s'élève tout au plus à une douzaine de francs par an pour une moyenne de mille heures d'éclairage; qu'en tout cas le prévenu doit bénéficier du doute qui subsiste à cet égard;

Et adoptant en tant que de besoin les motifs des premiers juges.

Par ces motifs :

La Cour confirme le jugement dont est appel; dit qu'il sortira effet;

En conséquence renvoie B... des fins de l'appel tant de la partie civile que du ministère public sans dépens;

Condamne la partie civile aux dépens d'appel liquidés, ceux du Trésor à 9 fr. 65.

On remarquera la profonde différence qui existe entre le jugement du Tribunal correctionnel de Vervins et l'arrêt de la Cour d'Amiens: d'après le jugement, il ne pouvait y avoir vol du moment que l'éclairage mis en action par l'abonné ne dépassait pas les 110 bougies prévues par le contrat; d'après l'arrêt, au contraire, c'est bien la consommation de la lampe substituée qui, seule, devait êtrec onsidérée, ainsi que le préjudice résultant pour la société électrique de la différence de consommation en excès, mais l'excès de consommation résultant de la substitution devait être accompagné de l'intention frauduleuse nécessaire pour constituer le délit de vol; or, la Cour estime, qu'à raison de l'économie considérable de consommation réalisée par les lampes à filament métallique, l'abonné avait pu « ne pas se rendre compte que sa lampe Westinghouse de 50 bougies consommerait 15 watts par heure de plus que son ancienne lampe de 10 bougies et qu'il causerait à la société appelante un préjudice qui est des plus minimes; qu'en tout cas le prévenu doit bénéficier du doute qui subsiste à cet égard... »

En d'autres termes, pour la Cour, la substitution de lampe reprochée au prévenu, en supposant l'intention frauduleuse établie, constituait bien un vol; mais à défaut de preuve suffisante de cette intention frauduleuse, *le prévenu devait être acquitté au bénéfice du doute.*

Acquittement peu glorieux, sans doute, pour l'abonné! Mais il n'en faut pas moins retenir de l'arrêt de la Cour d'Amiens, que dans le cas de substitution d'une lampe à filament métallique à une lampe à filament de carbone, par un abonné à forfait, les fournisseurs de courant ne devront le poursuivre pour vol qu'avec une extrême circonspection, alors même que l'excès de consommation serait réel, et cela à raison de la réputation de très grande économie des nouvelles lampes.

Ce n'est pas, en effet, des bougies, comme certains paraissent le croire, qu'on vole au fournisseur d'éclairage, mais *du courant :* le courant qui, produit par des machines, est vendu par le producteur aux consommateurs, comme une *marchandise*, sous forme de lumière, de force motrice, etc. Et lorsqu'il y a une grande économie de consommation en faveur des lampes à filament métallique, c'est-à-dire la possibilité d'avoir beaucoup plus de lumière à consommation égale, on risque de voir admettre parfois que l'abonné a pu se faire des illusions sur la quantité de courant consommée par la lampe substituée.

Au surplus, ainsi que le reconnaissait le jugement du tribunal de Vervins, le fait même de la substitution d'une lampe à filament métallique à une lampe ordinaire, pourrait être considéré comme une infraction d'un caractère purement civil aux conventions de la police, en tant qu'y apportant une modification sans le consentement du fournisseur, et il pourrait faire l'objet d'une demande en réparation ou en résiliation pour inexécution du contrat. C'est une sanction à laquelle les fournisseurs de courant pourront toujours recourir.

Charles Sirey,
Avocat à la Cour de Paris.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ACCUMULATEURS

L'accumulateur Hannover.

La *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* annonce que M. le professeur Hannover, président de l'Académie polytechnique de Copenhague, vient de construire un nouvel accumulateur qui, à égalité de dimensions et de poids, donne un rendement, en énergie électrique, quintuple de celui fourni par les accumulateurs jusqu'ici en usage. Le trait essentiel de la nouvelle invention consiste en un alliage poreux de plomb qu'emploie M. Hannover et qu'il appelle *métal poreux*. L'accroissement du rendement est donné par les feuilles de plomb qui portent des millions de pores ou perforations microscopiques. Le nouvel accumulateur en question est destiné, en première ligne, à l'actionnement des machines volantes et des bateaux sous-marins, ainsi qu'à l'éclairage des wagons de chemins de fer. — G.

COMMANDE ÉLECTRIQUE

Une nouvelle perforatrice électrique de roches.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* donne les détails ci-après sur une nouvelle machine électrique perforatrice que construit la Compagnie « Dulles-Baldwin Electric Dril » et qui réunirait à la fois les avantages offerts par les perforatrices à vapeur ou à air comprimé d'une part et par les perforatrices électriques jusqu'ici connues d'autre part.

La nouvelle machine ne se différencie pas essentiellement, dans son fonctionnement, d'une perforatrice à air comprimé qui a son piston animé d'un mouvement de va-et-vient. Dans la nouvelle machine en question, l'énergie du moteur est transmise sur le piston par de l'air comprimé, en sorte que le mécanisme se trouve constamment protégé contre les coups frappés par le piston. L'air joue le rôle de tampon entre le piston et le cylindre auquel le moteur donne un mouvement de va-et-vient. Ce cylindre est relié au moteur par un engrenage à roue dentée et il frappe 500 coups par minute. A ce cylindre est reliée flexiblement la tête du piston par un matelas d'air, laquelle frappe, par suite, le même nombre de coups. Au point de vue mécanique, l'équipement de la nouvelle perforatrice se distingue de celui de la perforatrice à air comprimé en ce sens que son cylindre est mobile et que l'air se trouve retenu après avoir accompli son travail. A cette réserve près, les particularités mécaniques sont semblables à celles de la perforatrice fonctionnant à l'air comprimé. Aucun outillage électrique spécial n'est nécessaire; on peut utiliser un moteur-série à courant continu ou un moteur à courant triphasé quelconque d'environ 4 ch, lequel actionne le mécanisme au moyen d'un engrenage à roue dentée et d'un arbre à manivelle. L'engrenage à roue dentée est entièrement recouvert par une enveloppe protectrice, tandis que l'arbre à manivelle, ainsi que la tige de connexion, peut être lubréfié par un système gicleur. Le rapport de transmission est de 5 : 1; on obtient un changement appréciable de la vitesse grâce à un démarreur. Le dispositif perforateur présente deux propriétés importantes qui le différencient des autres machines actionnées à l'air comprimé ou à l'électricité lorsqu'il travaille dans la roche; il ne se produit alors aucune surcharge des organes électriques, comme c'est le cas dans une autre machine à commande électrique, le cylindre demeure en mouvement, l'air est comprimé et raréfié et, par suite, des coups amortis passent sur la tête du piston. L'énergie dépensée durant la compression trouve de nouveau son emploi, pour la plus grande partie, au moment où l'air se dilate; il en résulte que la charge du moteur est moindre lorsque le foret frappe que lorsqu'il se meut dans l'ouverture déjà pratiquée. On assure qu'un équipement de 4 ch peut fournir un rendement égal à celui d'un équipement à air comprimé absorbant de 15 à 20 ch. — G.

DIVERS

L'inventeur du principe électrique de la dynamo.

Nous avons sous les yeux une brochure rédigée en anglais par M. le Dr Sigurd Smith et éditée par MM. J. Jorgenson et Cie de Copenhague, qui porte le titre suivant : *Soeren Hjorth, inventeur du principe électrique de la dynamo*. Cette brochure donne un intéressant récit de la vie de Soeren Hjorth, né à Vesterbygaard le 13 octobre 1801 et mort le 28 août 1870. Nous y apprenons que Hjorth montra de bonne heure de remarquables aptitudes pour la mécanique, qu'il se fit remarquer d'Oersted à l'occasion d'expériences sur la machine à vapeur, qu'enfin il inventa, dès 1842, une machine électro-magnétique dont la brochure contient la description complète. On a

contesté que Hjorth ait véritablement appliqué le principe de la dynamo; à ce propos, la citation suivante, empruntée à ses écrits, ne laisse pas d'offrir un certain intérêt :

« Si on fait passer le courant par la dite voie autour des électro-aimants, ces derniers seront naturellement excités en proportion de la force du courant, et plus ils seront excités plus les disques se trouveront influencés par les électro-aimants, — ce qui donnera lieu à une action mutuelle. »

Malheureusement Hjorth mourut sans être parvenu à faire valoir sa découverte. — G.

LAMPES

Arcs-flamme.

Un travail sur ce sujet vient d'être examiné devant l'Institut des ingénieurs électriciens siégeant à Birmingham à la fin d'avril dernier. M. Salomon, le conférencier, fait remarquer que c'est la première étude concernant cette question qui est présentée à l'Institution depuis l'innovation des lampes à arc-flamme, c'est-à-dire depuis près de dix ans.

Actuellement, un arc-flamme est celui que l'on obtient par l'incorporation dans les charbons de certains produits chimiques et qui se présente sous la forme d'une longue flamme de haute luminosité. L'idée d'augmenter de cette manière l'intensité lumineuse d'un arc est très ancienne, mais les progrès modernes datent des recherches de Bremer sur l'emploi des fluorures dans les charbons.

Le type de charbon établi par Bremer n'est plus actuellement très employé dans l'industrie, mais il a servi à montrer le progrès que l'on pouvait obtenir dans ce sens et, comme principe au moins, est resté le prototype de tous les charbons modernes à flamme. Les progrès ont été très rapides pendant ces cinq dernières années surtout et le charbon à flamme a été non seulement amené à un grand degré de perfection, mais encore il a été pour ainsi dire uniformisé, il est donc intéressant d'établir nettement sa situation actuelle. Comme le dit M. Salomon, l'attention que l'on doit accorder à cette question est justifié par ce fait que la lampe à arc-flamme a marqué, pour l'éclairage extérieur, un progrès aussi important que la lampe au tungstène pour l'éclairage intérieur. On peut le considérer comme l'éclairage artificiel le plus efficace obtenu aujourd'hui.

Le conférencier déclare ensuite ne pas vouloir détailler les divers types de lampes à arc-flamme ni décrire leur construction, mais seulement consacrer son étude à l'arc-flamme lui-même. Il montre que le haut rendement atteint est un triomphe pour Bremer et pour les fabricants de charbon qui ont suivi la voie ouverte plutôt que pour les constructeurs de lampes à arc. Il y a deux points sur lesquels la lampe à arc-flamme diffère plus ou moins radicalement de la lampe à arc ordinaire. Le premier est l'emploi plus ou moins général de charbons inclinés l'un vers l'autre sous un petit angle et l'arc brûlant entre leurs extrémités inférieures au lieu de disposer les charbons verticalement l'un au-dessus de l'autre, bien que ce dispositif soit encore employé dans quelques cas spéciaux. Le second caractère particulier de l'arc-flamme est l'emploi d'un économiseur qui consiste en une coupe renversée dans laquelle l'arc brûle. Cet économiseur agit comme réflecteur au-dessus de l'arc et retarde la combustion des charbons; en outre, il assure une combustion régulière de ces charbons et une fixité de l'arc. La forme de cet économiseur varie selon les différentes lampes, mais dans toutes le même but est atteint et consiste en ce que les extrémités rouges des charbons se trouvent situées dans une atmosphère d'où l'oxygène est partiellement supprimé, ce qui provoque une combustion plus lente et plus régulière. Si un charbon vient à brûler plus lentement que l'autre, sa pointe se projettera en dehors de la base de l'économiseur dans une atmosphère plus riche en oxygène et sa combustion s'en trouvera accélérée; à moins que la disparité naturelle dans les valeurs de combustion des deux charbons soit considérable, cette correction sera suffisante pour maintenir les extrémités de ces charbons sur une même ligne et l'arc à une hauteur convenable.

L'économiseur est indubitablement une heureuse disposition qui a fortement contribué au développement de l'arc-flamme. A part ces deux particularités, cette lampe à arc ne diffère pas sensiblement du type ordinaire, mais présente, à plusieurs points de vue, un problème beaucoup plus simple à résoudre que dans le cas de la lampe à arc ordinaire. M. Salomon divise les charbons à flamme en deux principaux groupes à gros noyau et à petit noyau ; puis l'auteur consacre une grande partie de son étude à examiner la classification des charbons à flamme employés généralement et de l'uniformité désirable à cause de la grande confusion existant à ce sujet dans le public et il croit qu'il a tenté le seul essai de classification complète publiée en Angleterre. D'après l'expérience qu'il a pu acquérir la plupart de ceux qui emploient la lampe à arc pensent approcher d'une commande correcte et précise en spécifiant l'usage spécial de la lampe à laquelle les charbons sont destinés. Or, ce n'est pas une chose facile, étant donné la multiplicité des combinaisons employées. M. Salomon commanda récemment des charbons à cinq fabricants pour une lampe particulière en spécifiant seulement la dimension des charbons et il reçut autant de variétés qu'il y avait de fabricants.

En réalité, les intérêts des fabricants de char-

bons et ceux des constructeurs de lampes sont les mêmes. Les premiers voudraient voir adopter un même type pour les fabriquer à meilleur compte et les seconds voudraient des charbons bon marché qui assureraient la vente de leurs lampes. Cette uniformité de type devrait s'appliquer aux longueurs aussi bien qu'aux diamètres. Dans une dernière section de son travail, M. Salomon parle de la rapidité de la combustion et de la fixité; la plus importante de ces questions pour celui qui emploie des lampes à arc, est la vitesse de combustion. Actuellement, grâce principalement à la réelle concurrence du gaz à haute pression et à celle des lampes à filament métallique, des ingénieurs accordent une plus grande attention au prix par bougie que simplement au prix des charbons. Dans des tableaux, le conférencier donne la vitesse de combustion des charbons dans la lampe Excello à courant continu et le prix des charbons en centimes par heure pour différentes intensités. Le reste de l'étude de M. Salomon consiste en une description des méthodes de photométrie adoptées aux ateliers d'essais de la General Electric C° et contient divers renseignements sur des essais comparatifs réalisés sur la lampe *Excello* et la lampe *Angold* ainsi que des comparaisons entre charbons de différente marque et entre plusieurs autres lampes. Des résulats d'essai sur les charbons Blondel sont également détaillés.

A. H. B.

TRACTION

Traction électrique sur le chemin de fer du Saint-Gothard.

L'*Electrical Review* annonce que le budget du gouvernement suisse pour 1912 contient un article prévoyant l'introduction de la traction électrique sur le chemin de fer du Saint-Gothard. Les travaux d'installation doivent commencer prochainement. On électrifiera d'abord la section Erstfeld-Airolo, où les inconvénients de la fumée se font le plus sentir. On évalue le coût de l'électrification totale à 67 millions de fr. On doit construire trois stations centrales, à Amsteg, à Gœschenen et la plus grande à proximité de Platta, sur le lac Ritta. On compte que la traction électrique assurera un développement beaucoup plus rapide de la circulation et qu'elle permettra de réduire les frais d'exploitation de 25 0/0 ou même plus, à en juger d'après l'expérience acquise sur la ligne électrique Spiez-Frutigen. — G.

USINES GÉNÉRATRICES

Travaux hydraulico-électriques en Suède durant 1911.

Les nouvelles installations hydraulico-électriques suédoises mises en service en 1911 par des entreprises privées, lisons-nous dans le *Times Engineering Supplement*, développent une puissance de 38 092 ch. A ce chiffre, il faut ajouter 29 665 ch tirés des agrandissements qui ont été apportés à des installations déjà existantes. Par suite, l'augmentation totale de la production s'est élevée, pour 1911, à 67 667 ch, contre 62 385 ch en 1910. A la fin de la même année de 1911, des travaux entrepris par des particuliers et destinés à produire 23 500 ch étaient en cours de construction.

La plus importante des installations privées achevées en 1911 est située à Mockfjord; elle utilise la chute de Stopforsarna (22,5 m) et alimente en énergie électrique une fonderie de fer.

La hauteur des chutes employées varie entre 2 et 72 m; elle est en général inférieure à 25 m. Presque partout, les digues et les machines ont été construites par des entreprises suédoises.

Les travaux hydraulico-électriques exécutés par le gouvernement lui-même, au cours de 1911, ont consisté en une addition de 10 000 ch à la puissance de la station centrale de Trollhättan et en certaines opérations à Porjus et à Alfkarleby, où on va édifier de puissantes usines. A Porjus, où la station centrale projetée doit développer 50 000 ch, les travaux ont déjà amplement dépassé la phase préparatoire; on y fait fonctionner, depuis juin dernier, une installation provisoire qui donnera l'éclairage et la force motrice utiles durant la construction; un certain nombre des bâtiments édifiés à titre permanent sont présentement terminés, ainsi que des travaux importants de terrassement et de constructions en ciment. Le tracé des lignes de transport à distance a été arrêté, et on a déjà fait l'achat d'une partie du matériel nécessaire... Les ouvriers employés aux travaux, au nombre de 350 dans les premiers jours de 1911, avaient eu leur effectif élevé à 970 unités en octobre dernier; depuis, on a réduit cet effectif en raison des froids. A Alfkarleby, près de la côte suédoise orientale, où l'usine doit développer 45 000 ch, les plans ont été achevés, et les travaux définitifs de construction ont déjà commencé..., 350 ouvriers étaient employés à ces travaux au commencement de 1912. — G.

Nouvelles

Installations électriques en projet.

Aigueblanche (Savoie). —. La concession d'éclairage électrique de la commune est concédée à Louis Tournier, industriel dans cette localité.

Ambournay (Marne). — Le Conseil municipal a donné un avis favorable au projet d'installation d'une distribution d'énergie électrique soumis par la Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est.

Bar-sur-Aube (Aube). — C'est la Société l'Energie industrielle qui prend la suite de la concession d'éclairage précédemment accordée à M. Monniot.

Berre-des-Alpes (Alpes-Maritimes). — Le maire est autorisé à entrer en pourparlers avec la Société l'Energie Electrique du Littoral Méditerranéen au sujet de l'installation de l'éclairage électrique dans la commune.

Beynat (Corrèze). — M. Lacarrière va bâtir une usine électrique au moulin d'Espont. Les travaux commenceront probablement avec le printemps. Cette usine éclairerait non seulement Beynat, mais Le Plescher, Sérilhac, le Planchat, jusqu'au bourg de Meyssac.

Béziers (Hérault). — Le projet de la ligne électrique entre Béziers, Vendrès et Lespignan, vient d'être définitivement adopté. Les travaux vont commencer incessamment.

Bouzy (Marne). — La concession de l'éclairage électrique vient d'être accordée à la Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est.

Bury (Charente-Inférieure). — Le Conseil municipal a donné son approbation à la demande d'installation de l'éclairage électrique présentée par MM. Cance fils et Cie, de Paris.

Caen (Calvados). — M. Albert Hendlé, préfet du Calvados, vient de prendre un arrêté aux termes duquel une enquête d'utilité publique est ouverte dans les bureaux de la préfecture, sur le projet d'éclairage électrique des quais du port de Caen, projet proposé par la Chambre de commerce.

Cateau (Nord). — Le Conseil municipal a chargé le maire de signer le traité accordant la concession de la fourniture de l'énergie électrique à D. Dosquet, du Cateau.

Chambon-Feugerolles (Loire). — Le Conseil municipal a adopté le projet de concession électrique dans la commune.

Dun-le-Palleteau (Creuse). — Un traité est sur le point d'être signé entre le maire de Dun-le-Palleteau et M. J. Laberthonnière, de Crozant (Seine-et-Oise), relatif à la fourniture de l'éclairage électrique dans cette commune.

Flers (Orne). — Une société locale, en voie de constitution à Flers, se propose de faire installer l'éclairage électrique dans cette ville

Gannat (Allier). — Le Conseil muninipal a accepté la proposition de fourniture de l'éclairage électrique qui lui a été présentée par la Société « Limagne électrique ».

Greoux-les-Bains (Bouches-du-Rhône). — Le Conseil municipal a donné un avis favorable à la demande de permission de voirie formulée par le directeur des réseaux de la société l'Energie électrique du littoral méditerranéen (usine génératrice de Brillanne-Villeneuve) en vue d'établir sur le territoire de la commune de Gréoux une ligne de transport d'électricité à distribuer aux particuliers pour l'éclairage et autres usages.

Jumelhac-le-Grand (Dordogne). — La municipalité vient d'acheter l'usine électrique qui sera affermée à un concessionnaire pour son exploitation.

Labastide sur-Lhers (Ariège). — La concession relative à l'éclairage privé a été accordée à la Société « La Pyrénéenne ». La Commission pour l'éclairage municipal est accordée à Mme Courent, née Buzil, de Belesta.

Lagnieu (Ain). — Le Conseil municipal a approuvé la substitution de la Société l'Energie industrielle, à MM. Mertz et Schilfarth, ingénieurs électriciens à Grenoble, concessionnaires de l'éclairage électrique de la commune.

La Roche (Haute-Savoie). — Le Conseil municipal a approuvé le traité passé avec la Société Electrique du Bonu concernant l'éclairage public.

Larrivoire (Jura). — Le Conseil municipal a accepté les propositions faites par la Société l'Union électrique, d'installer l'éclairage électrique et la force motrice dans la ville.

Lure (Haute-Saône). — La concession de l'éclairage électrique vient d'être accordée à MM. R. Hafeli et A. Kalin, de Lure.

Lutignie (Rhône). — La municipalité n'ayant pas accepté les conditions de M. Barudio, la question de la concession de l'éclairage électrique reste en suspens.

Malaunay (Seine-Inférieure). — Le Conseil municipal a reçu une demande de concession concernant la distribution d'énergie électrique dans la commune.

Marly-le-Roy (Seine-et-Oise). — C'est la Compagnie l'Union des gaz qui fournira le cou-

rant électrique à Marly. Le Conseil municipal procède à la revision des articles du contrat.

Marcoing (Nord). — Les travaux d'installation de l'éclairage électrique pour la nouvelle gare sont terminés et l'éclairage nouveau pourra commencer bientôt. L'électricité provient de l'usine de Cambrai qui a fait établir une ligne spéciale aboutissant également à la gare de Masnières.

Marsanne (Drôme). — Le projet de concession de la distribution d'énergie électrique, avec privilège pour l'éclairage, demandé par la Société l'Energie industrielle, vient d'être mis à l'enquête.

Méru (Oise). — La Société de production d'énergie électrique d'Andeville, Desmonts, Guerbois et Cie ayant obtenu de la ville de Méru la concession de fourniture de force motrice électrique, doit installer l'usine principale pour la production du courant, route de Pontoise, dans les bâtiments de l'ancienne sucrerie.

Meung-sur-Loire (Loiret). — Il est question de créer une société qui fournirait le courant électrique à Meung-sur-Loire et aux environs.

Montpellier (Hérault). — Les traités passés avec la Compagnie d'éclairage de Montpellier viennent à expiration dans trois ans. Le Conseil municipal a renouvelé, pour une période de quarante ans, le contrat avec la Compagnie précitée.

Mont-de-Marsan (Landes). — Le préfet a autorisé la mise à l'enquête du projet de distribution d'énergie électrique.

Muret (Haute-Garonne). — Le Conseil municipal de Muret a voté une somme de 565 000 fr destinée à la réfection de l'usine et du réseau électrique.

Nantes (Loire-Inférieure). — La Chambre de commerce a décidé de faire installer trois grues électriques et de procéder à la réfection de la canalisation du quai des Antilles.

Nemours (Seine-et-Marne). — Le Conseil municipal s'est occupé de plusieurs propositions qui lui sont parvenues en janvier.

Ces diverses propositions ont été formulées : par l'Energie industrielle; par M. Leroy, directeur de l'usine de Fontainebleau; enfin par M. Rendgère, ingénieur électricien à Paris.

M. Rendgère propose la création d'une usine spéciale et offre des compensations équivalentes.

La commission marque ses préférences pour cette solution.

En principe, le Conseil se déclare favorable à l'installation de l'électricité à Nemours et marque sa préférence pour une usine indépendante et municipale.

Le Conseil tout entier forme la commission chargée des études préparatoires.

Oinville (Seine-et-Oise). — Le Conseil municipal a donné son adhésion au projet de contrat à passer entre la commune et la Société française d'électricité relatif à la fourniture de l'électricité dans la commune.

Oissel (Seine-Inférieure). — Le Conseil municipal a émis un avis favorable à la demande d'installation de l'électricité par la Société « Centre électrique ».

Pessac (Gironde). — Le préfet vient de ratifier le traité d'éclairage électrique signé par le maire.

Ressous-le-Long (Aisne). — Le Conseil municipal a décidé l'installation de l'éclairage électrique.

Restigné (Indre-et-Loire). — Il est question d'installer l'éclairage électrique à Restigné et dans les communes environnantes.

Rouen. — La Chambre de commerce a adopté les conclusions du rapport présenté par son vice-président au sujet de l'extension de l'outillage du port et a décidé, en conséquence, d'ouvrir un concours pour la fourniture de 6 grues électriques de 4000 kg et de 4 grues électriques de 2500 kg ainsi que des bennes automatiques nécessaires au fonctionnement de ces engins et d'une pompe électrique de 130 ch.

Le Conseil municipal va être appelé à s'occuper d'une demande de concession présentée par la société « le Centre électrique ».

Saint-Benoist-sur-Loire (Loiret). — La commission d'éclairage est chargée d'entrer en pourparlers avec M. Barbachoux, architecte à Gien, pour l'installation d'un secteur électrique pour l'éclairage de la commune.

Saint-Forgeux (Rhône). — Le maire est autorisé à traiter avec la Compagnie « l'Energie industrielle » pour la concession de l'éclairage électrique.

Saint-Jean-de-Couz (Savoie). Le Conseil municipal est disposé à faire installer l'éclairage électrique.

Saint-Laurent-du-Médoc (Gironde). — Le Conseil municipal a décidé de faire installer l'éclairage électrique dans la commune.

Saint-Lo (Manche). — Le Conseil municipal a adopté le rapport de la commission favorable au projet d'éclairage présenté par M. Molinié et a voté l'ensemble du traité qui lie la ville avec le nouveau concessionnaire.

Saint-Puy (Gers). — Le Conseil municipal a émis un avis favorable à la demande de concession concernant l'éclairage électrique présentée par M. Roudier.

Saint-Sever (Seine-Inférieure). — La concession de l'éclairage électique vient d'être accordée à M. Bru, de Vire.

Saint-Vaury (Creuse). — Le préfet a ordonné la mise à l'enquête du projet d'installation de l'éclairage électrique dans cette commune.

Saint-Benoist-sur-Loire (Nièvre). — Il est question de faire installer l'éclairage électrique à Saint-Benoist. Une commission municipale a été chargé d'établir un rapport.

Saint-Etienne du-Rouvray (Seine-Inférieure). — Un avis favorable est donné à la demande

d'autorisation par la Compagnie « le Centre électrique » pour la distribution d'énergie dans la traversée de cette commune.

Saint-Cyr-en-Val (Loiret). — Le Conseil municipal vient de voter le projet d'éclairage électrique dans la commune.

Saint-Forgeux (Rhône). — Le maire est autorisé à traiter avec la Compagnie « L'Energie électrique industrielle » pour la concession de l'éclairage électrique.

Saint-Vaury (Creuse). — Le maire vient d'entrer en pourparlers avec un nouveau concessionnaire qui doit prendre la suite de la concession dès que le Conseil municipal aura rompu avec le concessionnaire actuel.

Salon (Bouches-du-Rhône). — Le traité passé par la ville et la Société d'éclairage électrique de Provence, vient d'être approuvé par le Préfet.

Seyches (Lot-et-Garonne). — Le Conseil municipal a autorisé le maire à négocier avec la Compagnie d'énergie électrique du sud-ouest pour obtenir l'éclairage électrique de la ville.

Tignieu-Jameyzieu (Isère). — Le préfet de l'Isère vient de faire connaître qu'il va autoriser la mise à l'enquête de la demande faite pour l'installation de l'éclairage électrique dans cette commune.

Trouville (Calvados). — Le Conseil municipal de Trouville a donné un avis favorable à l'installation d'une canalisation électrique entre Houlgate et Trouville.

Toulouse (Haute-Garonne). — Le Conseil municipal a approuvé la désignation, comme concessionnaire de l'éclairage électrique, la Société de la Sorgue et du Tarn.

Uzès (Gard). — La municipalité va avoir à s'occuper du renouvellement de son contrat avec la Compagnie du gaz. Bien que la question de l'électricité ne soit que secondaire dans ce contrat, la ville ne serait pas réfractaire, dit-on, à écouter les offres qui pourraient lui être faites à ce sujet.

Vergt (Dordogne). — La lumière électrique va être installée à la gendarmerie de cette commune.

Vichy (Allier). — Des études sont entreprises pour l'électrification du tramway de Vichy; de nouvelles voies seraient créées.

Vierzon (Cher). — La société « Le Centre électrique », pour répondre aux nécessités imposées par l'extension de sa distribution de force, va installer à Saint-Amand et à Vierzon deux groupes électrogènes de 300 et 600 ch respectivement.

Villemomble (Seine). — Le Conseil municipal a approuvé le traité relatif à la concession de la distribution de l'énergie électrique dans la commune.

Villemur (Haute-Garonne). — Le maire est actuellement en pourparlers en vue de la concession de l'éclairage électrique.

Vitry-le-François (Marne). — Il est question d'installer l'électricité dans cette ville.

Voutenay (Yonne). — M. Fondant va installer une usine hydraulico-électrique, au moulin de Voutenay, qui fournira le courant à cette commune et aux environs.

*
* *

Congrès de l'Union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local.

Ce Congrès important se tiendra, cette année, à Christiania (Norvège), du 2 au 5 juillet prochain, et sera suivi d'un excursion à Bergen, le 6 juillet.

Les questions portées à l'ordre du jour sont les suivantes :

I. Influence des nouveaux modes de transport en commun sur le développement et l'extension des grandes cités. Rapport de la circulation dans les grandes villes avec la transformation des transports en commun. Conséquence des transports en commun modernes sur les habitudes sociales. — Rapport de M. L. Dausset, Conseiller municipal et ancien Président du Conseil municipal de la Ville de Paris.

II. Politique des logements dans les grandes villes et tramways. — Rapport de M. Kühles, Membre du Conseil municipal de la Ville de Munich.

III. De l'emploi des voitures automobiles sur les lignes de chemins de fer en général et spécialement sur les lignes de chemins de fer d'intérêt local. — Rapport de M. E.-A. Ziffer Edler Von Teschenbruck, Président des Chemins de fer de la Bukowine, Vienne.

IV. Organisation du service des voitures de tramways pour le transport des foules importantes dans les grandes villes. — Rapport de M. Hradetzky, Directeur d'Exploitation des Tramways municipaux de Vienne.

V. Emploi dans la traction électrique des moteurs à courant continu munis de pôles de commutation. — Rapports de M. L. Bacqueyrisse, Ingénieur, Chef du Service des Travaux neufs des Tramways à la Compagnie Générale des Omnibus de Paris, et de M. Eisig, Directeur des Tramways municipaux de Chemnitz.

VI. Les prescriptions allemandes concernant les courants d'électrolyse dans les exploitations de tramways. — Rapport de M. Buschbaum, Ingénieur civil à Berlin.

VII. Contrôle et entretien des lignes aériennes et des feeders d'alimentation dans les exploitations de tramways. — Rapports de M. E. d'Hoop, Directeur du Service technique de la Compagnie des Tramways Bruxellois, et de M. Otto, Direc-

teur à la Grande Compagnie des Tramways de Berlin.

VIII. Disposition des dépôts de voitures de tramways par rapport à la configuration du réseau. Organisation du travail courant dans les dépôts. — Rapport de M. J.-H. Nelszen, Directeur des Tramways municipaux d'Amsterdam.

IX. Usure ondulatoire des rails. — Rapport de M. A. Busse, Ingénieur en chef de la Grande Compagnie des Tramways de Berlin.

X. Moyens employés pour procéder au déblaiement de la neige dans les exploitations de Tramways. — Rapport de M. T. Poppe, Directeur de la Compagnie des Tramways de Christiania (Kristiania Sporveisselskab).

XI. Rapports des chemins de fer d'intérêt local (chemins de fer secondaires, chemins de fer départementaux, chemins de fer vicinaux, tramways sur route, tramways suburbains et éventuellement tramways urbains) avec les chemins de fer des grands réseaux pour le service cumulatif ou de correspondance, des marchandises et pour l'échange du matériel roulant. — Rapport de M. Campiglio, Président de l'Union italienne de Tramways et de Chemins de fer d'intérêt local, Milan.

XII. Méthodes diverses pour la perception des recettes voyageurs sur les lignes de chemins de fer d'intérêt local. — Rapport de M. G. Lembourg, Ingénieur en Chef-Directeur de la Société nationale des chemins de fer vicinaux à Bruxelles.

XIII. Progrès réalisés dans le chauffage et l'éclairage des voitures de chemins de fer d'intérêt local. Avantages et inconvénients des systèmes en usage. — Rapport de M. F. de Le Hoye, Ingénieur, Chef de la traction et du matériel à la Société Nationale des chemins de fer vicinaux à Bruxelles.

XIV. Conférence avec projections lumineuses sur les installations hydraulico-électriques de Rjukanfos. — Usines à nitrate artificiel; station hydraulico-électrique de 250 000 ch.

***

Une grande usine hydraulico-électrique américaine.

D'après un bulletin que vient de publier le *Mississipi River Power Company*, la construction de l'usine hydro-électrique de Keokuk, dont la puissance totale sera de 300 000 ch, est actuellement très avancée; les premiers groupes électrogènes sont installés.

***

Le chauffage électrique dans les églises.

Plusieurs églises suisses, celles de Wolfhalden, de Schwellbrunn, de Walzenhausen, d'Arosa, de Sils, de Schonegrund, de Brugg, d'Aeugst, etc, ainsi que quelques églises allemandes ont adopté l'électricité pour le chauffage.

***

Usine géante au Brésil.

Une compagnie vient d'être constituée en vue de l'établissement d'une usine hydraulico-électrique géante sur le San Francisco, aux chutes Paul Alphonse; la puissance initiale sera de 200 000 ch; elle pourra être portée à 1 300 000 ch.

***

Nouvelle usine centrale du Boston Elevated Railway Cy.

La *Boston Elevated Ry Cy* vient d'inaugurer une nouvelle usine; cette usine est prévue pour une puissance de 125 000 kw et son équipement sera constitué par des turbo-génératrices de 15 000 kw, deux de ces groupes sont installés.

***

Traction à courant continu à haute tension.

Une ligne de traction à courant continu à 3500 volts va être établie, à titre expérimental, par MM. Dick Kerr et Cie, sur la section Holcombe Brook du *Lancashire and Yorkshire Railway*.

***

Transformateurs à haute tension.

Des transformateurs de 3000 kw fonctionnant sous une tension de 140 000 volts sont employés par l'*Eastern Michigan Power Company;* l'encombrement de ces appareils est de 3,30 m sur 1,5 m et la hauteur totale de 5,70 m; la contenance en huile est de 18 000 litres approximativement.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

LA TRACTION ÉLECTRIQUE
sur la ligne de Villefranche de Conflent à Bourg-Madame.

La Compagnie des chemins de fer du Midi a adopté la traction électrique pour l'exploitation des lignes transpyrénéennes qui présentent des rampes inabordables pour les locomotives à vapeur. Actuellement les travaux sont en cours d'exécution.

La traction électrique sera aussi prochainement substituée à la traction à vapeur sur la grande ligne de Toulouse à Bayonne qui présente dans son tracé une partie particulièrement difficile, la rampe de Capvern.

Actuellement une ligne à traction électrique de Villefranche de Conflent à Bourg-Madame, dans les Pyrénées-Orientales, est entièrement terminée et ouverte au service public depuis le 28 juin 1911.

Dans une intéressante note, publiée dans la *Revue générale des chemins de fer* (avril 1912), M. E. Jullian, ingénieur en chef, et M. J. Lheriaud, chef de traction à la Compagnie des chemins de fer du Midi, ont donné une description très complète de l'équipement électrique de cette dernière ligne, dont la première section allant de Villefranche-de-Conflent à Mont-Louis la Cabanasse, avait été déjà mise en service le 18 juillet 1910.

Les détails qui suivent sont empruntés à cette étude que nous allons résumer pour nos lecteurs.

Cette ligne a une longueur totale de 57 km. Les déclivités atteignent sur certains points 50 mm par mètre et le rayon des courbes descend fréquemment jusqu'à 80 m. La voie est à écartement de 1 m.

L'énergie électrique est produite par une usine centrale qui alimente un certain nombre de sous-stations partageant la ligne en sections qui, pour limiter la chute de tension à une valeur acceptable, ont une longueur de 12 km environ.

Usine centrale. — L'usine centrale est située sur le bord de la Têt, près du hameau de la Cassagne, à 24 km de Villefranche-de-Conflent. Elle comporte un sous-sol et un rez-de-chaussée (fig. 181).

Le sous-sol est divisé en deux parties. Dans la plus grande, où aboutissent les conduites forcées se trouvent le collecteur et les appareils de vannage et de régulation des turbines; dans l'autre, sont installés les transformateurs-élévateurs de tension.

Le rez-de-chaussée ne comporte qu'une grande salle des machines où sont installés les groupes électrogènes et le tableau à basse tension. Contre le pignon se trouvent les niches et les divers étages contenant les appareils et les départs des lignes à haute tension. Un pont roulant de 10 tonnes dessert cette salle des machines (fig. 182).

Installation hydraulique. — L'eau est prise dans la Têt, dont le débit a été régularisé par un bassin de 13,5 millions de m³ créé sur l'emplacement du marais des Bouillousses à la cote, 2000 environ. Un barrage en maçonnerie de 400 m de longueur assure la retenue de l'eau. L'eau est dérivée à la cote 1617, un peu en amont de la ville de Mont-Louis et conduite, par un canal d'amenée de 5 km, au bassin de charge de Santo, d'une capacité de 2600 m³ et arrasé à la cote 1608. Ce canal est à rigole simple sur les trois premiers kilomètres et alimente deux bassins de décantation, dont le dernier et le plus important, celui du Pla de l'Ous, a une contenance de 12 000 m³. Un jeu de vannes permet de mettre ces bassins hors circuit et, dans ce cas, servent de réserve. Le débit du canal d'amenée peut atteindre 900 litres par seconde. Du bassin de charge, où aboutit ce canal, partent quatre conduites forcées de 1000 m de longueur et de 400 mm de diamètre intérieur. La hauteur de chute brute est de 421 m.

Groupes électrogènes. — Les groupes électrogènes, au nombre de quatre, sont constitués chacun par une turbine hydraulique avec ses régulateurs, une dynamo dimorphique et un transformateur-élévateur de tension.

Les turbines, d'une puissance de 1500 ch, sont du genre Pelton à double déviation. Un robinet-vanne permet d'alimenter ou d'isoler la turbine. Sur l'arbre de la turbine est calé un volant en acier coulé. Le réglage est assuré par un régulateur de vitesse Minetti et par un réglateur de pression. Les variations de vitesse sont inférieures à 10 0/0 lorsque la turbine est complètement déchargée. Aux essais, le rendement global des turbines a été trouvé égal à 78 0/0.

Les dynamos dimorphiques sont du type à inducteur fixe et à induit mobile. Elles sont accouplées directement à la turbine par un accouplement

élastique à tampons en caoutchouc démontables.

Leur puissance normale est de 650 kw à la vitesse angulaire de 375 t : m. Leur rendement est de 93 o/o à pleine charge et de 89 o/o à moitié charge. Elles peuvent supporter une surcharge momentanée de 60 o/o.

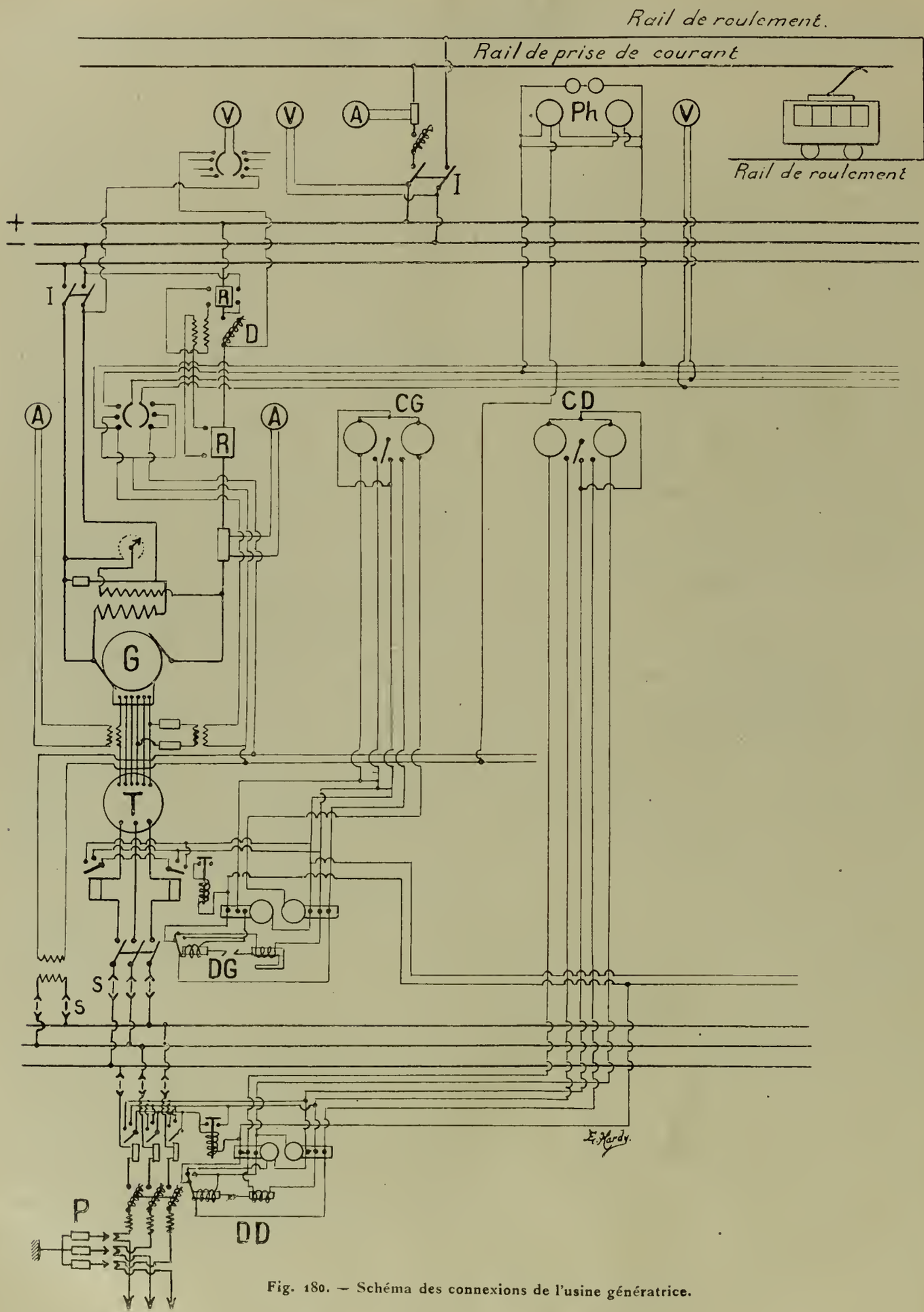


Fig. 180. — Schéma des connexions de l'usine génératrice.

L'inducteur, formé de deux parties démontables, comporte huit bobines inductrices et huit

Fig. 181. — Usine génératrice de la Cassagne.

bobines de commutation; les noyaux polaires sont feuilletés. Chaque noyau polaire et sa bobine peuvent être facilement enlevés. L'enroulement est en dérivation et il y a aussi un enroulement-série destiné à élever la tension lorsque la charge augmente sur le côté continu. Le courant passant dans l'enroulement-série, passe également dans les bobines des pôles de commutation.

L'induit a un noyau denté avec enroulement en tambour formé de barres de cuivre pliées sur gabarit. Sur le collecteur de courant continu frottent des balais en charbon dont le calage reste invariable quelle que soit la charge. Du côté alternatif, le collecteur est constitué par six bagues en bronze recueillant le courant sous forme hexaphasée.

Chaque dynamo peut fournir sa puissance totale soit à courant continu à 850 volts, soit en courant alternatif hexaphasé à 600 volts et 25 périodes.

Les transformateurs, recevant les courants hexaphasés à 600 volts, les transforment en courants triphasés à 20 000 volts. Les entrées et les sorties de chacun des trois enroulements primaires sont reliés en permanence aux frotteurs des bagues correspondant à deux points diamétralement opposés de l'induit de la génératrice. Les enroulements secondaires sont montés en étoile et leurs extrémités libres sont reliées aux barres à haute tension par l'intermédiaire des appareils de marche et de contrôle.

Ces transformateurs sont immergés dans l'huile refroidie par un courant d'eau circulant dans un serpentin disposé à la partie supérieure de la cuve. Leur puissance est de 650 kw et peut être portée à 800 kw pendant deux heures. Ils peuvent supporter pendant cinq minutes une surcharge de 100 0/0. Avec $\cos \varphi = 1$, le rendement est de 97 0/0 à pleine charge.

Tableau de distribution. — Le tableau de distribution comporte 6 panneaux; à l'extrémité de droite est le panneau de départ du courant continu et, à l'extrémité de gauche, celui de couplage et de départ des courants alternatifs à 20 000 volts. Les quatre panneaux du centre sont affectés chacun à un des groupes électrogènes. La figure 180 montre les détails des connexions d'un panneau de génératrice. Le devant du tableau fait face aux machines et porte les instruments de mesure, les appareils de couplage et de commande à distance, électrique et mécanique, des robinets-vannes et des interrupteurs à haute tension ainsi que les volants des rhéostats d'excitation. La face postérieure du tableau porte les connexions, les rhéostats d'excitation, le petit appareillage et trois barres pour le courant continu à 850 volts. Une des barres est reliée aux bornes positives des dynamos et au rail de prise de courant; la deuxième est reliée aux bornes négatives et à la terre et la troisième est le conducteur d'équilibre pour les couplages du côté continu.

Les câbles allant des dynamos au tableau et aux transformateurs passent dans le sous-sol. Aucun des appareils du tableau ne reçoit du courant à 20 000 volts.

Tout l'appareillage à haute tension est installé dans la partie comprise entre le tableau et le mur. Au rez-de-chaussée sont placés les quatre interrupteurs tripolaires à bain d'huile, logés dans une cellule et reliés, d'une part, aux bornes secondaires des transformateurs et, d'autre part, aux barres à 20 000 volts. Les câbles établissant les connexions avec les barres sont placés dans des couloirs verticaux où sont également installés les sectionneurs, les relais des disjoncteurs et les transformateurs de mesure.

Les trois barres à 20 000 volts sont placées au-dessus d'une galerie adossée au mur du pignon et reposent sur des isolateurs scellés sur les cloisons qui séparent les couloirs verticaux. L'extrémité de chaque barre est munie d'un déchargeur hydraulique à action continue servant à la protéger contre les surtensions atmosphériques.

Les fils de départ, au nombre de six, deux par phase, sont munis chacun, monté en dérivation, d'un parafoudre à corne avec bobine de self et résistance liquide. De là, les fils traversent le mur et se rendent au poste de sectionnement.

Ligne à haute tension. — La ligne à haute tension alimente les sous-stations, au nombre de cinq, situées à Villefranche de Conflent, Thués-les-bains, Odeillo-Via, Err et Bourg-Madame (fig. 183).

Elle est presque totalement établie sur les emprises de la voie. Pour la traversée des tunnels, la ligne aérienne passe au-dessus ou par côté; toutefois, lorsque la plantation des poteaux présentait de sérieuses difficultés ou que la ligne traversait des régions où des avalanches sont à craindre, la ligne est établie en câbles armés passant dans le tunnel. Aux points de jonction des lignes aériennes et souterraines sont installées des cabines de sectionnement munies de parafoudres et de limiteurs de tension.

Entre Bourg-Madame et l'usine génératrice, la ligne aérienne est formée de 6 câbles en bronze siliceux de 10 mm² de section, reposant sur des isolateurs en porcelaine à triple cloche, fixés sur deux traverses horizontales en chêne créosoté

Fig. 182. — Salle des machines de l'usine génératrice de la Cassagne.

placées à la partie supérieure de poteaux en bois injectés au sulfate de cuivre. Les trois conducteurs de chaque ligne sont groupés de part et d'autre du poteau et forment un triangle équilatéral de 70 cm de côté. Dans les parties droites, les poteaux sont espacés de 35 m, mais cette distance est notablement réduite dans les courbes.

Entre Villefranche de Conflent et l'usine génératrice, la ligne aérienne, établie comme il vient d'être dit, a dû être renforcée pour les essais de traction monophasée. Elle est actuellement formée de trois câbles en aluminium de 70 mm² de section et de trois câbles, également en aluminium, de 30 mm² de section, ayant une conductance équivalente à celle des conducteurs en cuivre.

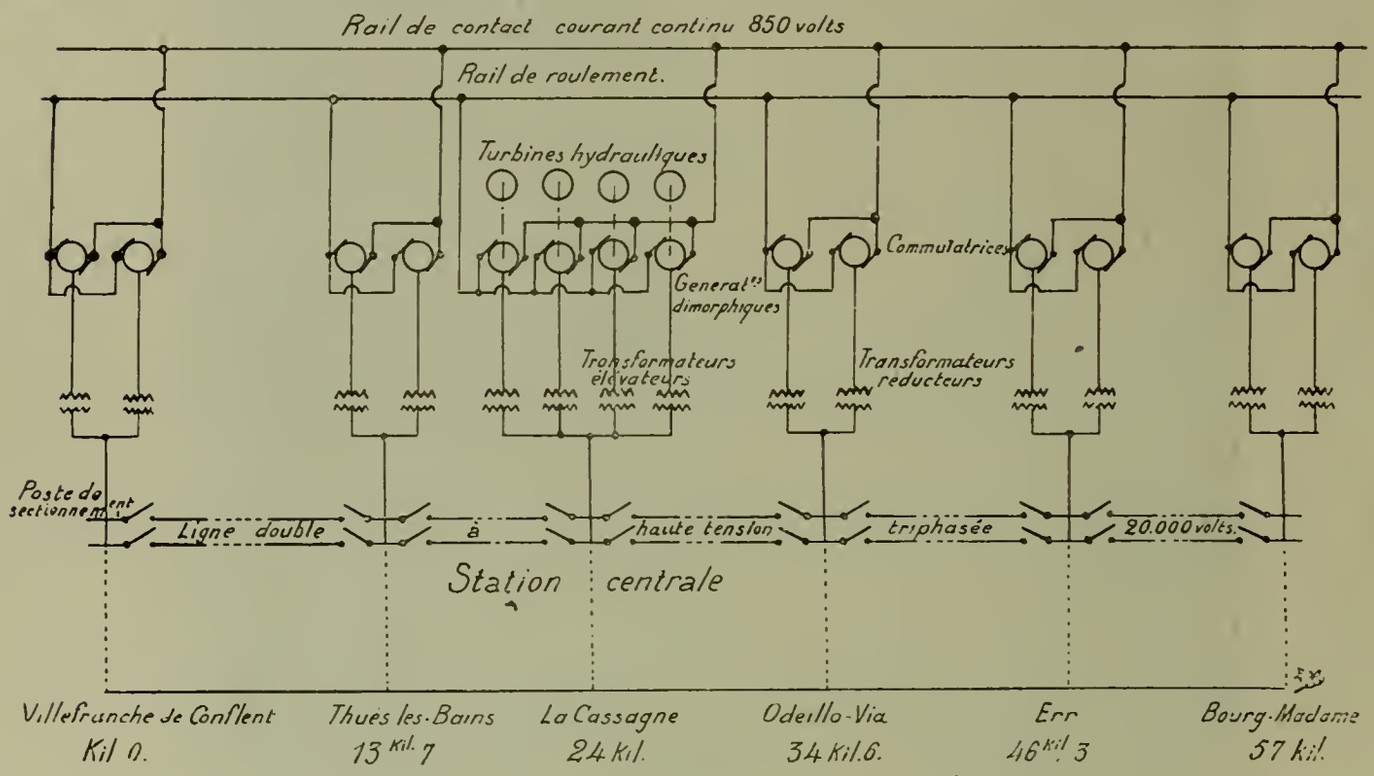


Fig. 183.

Les poteaux en bois ont été remplacés par des pylônes en ciment armé.

A l'usine génératrice et au droit de chaque sous-station, la ligne aérienne aboutit à un poste aérien de sectionnement. Les interrupteurs qu'ils contiennent se manœuvrent par groupes de trois à la fois, à l'aide d'un treuil. Dans ces conditions, on peut isoler les trois fils d'une même ligne sur une ou plusieurs sections.

Sous-stations de tranformation. — Le rail de prise de courant, établi le long de la voie, est alimenté en six points différents. D'abord, par l'usine génératrice qui produit directement le courant continu, et ensuite, par les sous-stations de Thuès-les-Bains, Odeillo-Via, Err, Bourg-Madame et Villefranche de Conflent.

Ces cinq sous-stations sont reliées entre elles et avec l'usine génératrice par une ligne télephonique spécialement affectée à leur usage. La ligne télégraphique réglementaire est réservée au service de l'exploitation du chemin de fer.

Les sous-stations ont une installation identique et très compacte afin de réduire au minimum l'espace nécessaire à cause des difficultés du terrain pour certaines d'entre elles. Chacune d'elles ne comporte qu'une salle unique dans laquelle sont installés deux groupes composés chacun d'un transformateur-réducteur de tension et d'une commutatrice. Une estrade en maçonnerie reçoit tout l'appareillage à haute tension et les panneaux du tableau de distribution sont adossés à cette estrade (fig. 184).

Transformateurs. — Les transformateurs reçoivent les courants triphasés à 20 000 volts de la ligne et fournissent au secondaire des courants hexaphasés à 600 volts environ.

La puissance de ces transformateurs est de 600 kva, pouvant être portée à 750 kva pendant deux heures. Après la marche à pleine charge, ils peuvent supporter une surcharge de 100 0/0 pendant 5 minutes.

Avec un facteur de puissance égal à 1, leur rendement atteint 97,1 0/0 à pleine charge et 96,3 0/0 à moitié charge. La chute de tension entre la marche à vide et la marche à pleine charge ne dépasse pas 3 0/0.

Le refroidissement de chaque transformateur est assuré par un ventilateur, actionné par un moteur asynchrone marchant à la vitesse angulaire de 1400 t : m environ et refoulant 80 m³ d'air par minute sous une pression de 150 mm

Fig. 184 — Vue d'une sous-station de transformation.

d'eau. Le courant triphasé alimentant le moteur du ventilateur est fourni par un enroulement spécial du transformateur à la tension de 200 volts entre phases. Dès que le courant passe dans le transformateur, le moteur se met en route de lui-même.

L'aspiration de l'air extérieur pour la ventilation se fait par des ouvertures pratiquées dans le mur du bâtiment, ouvertures garnies de deux cadres en toile métallique très fine et entre lesquels sont placés de menus copeaux arrêtant au passage les poussières en suspension dans l'air aspiré.

Commutatrices. — Les commutatrices sont du type à inducteur fixe et leur induit tourne à la vitesse angulaire de 250 t : m. Le courant continu est produit à la tension de 800 850 volts.

Ces machines ont un rendement de 94,7 0/0 à pleine charge et de 90,5 0/0 à moitié charge et peuvent momentanément supporter une surcharge de 100 0/0.

L'induit denté, le collecteur du courant continu et les bagues du courant alternatif sont de construction analogue à celle des dynamos dymorphiques de l'usine génératrice.

L'inducteur, en acier coulé, porte douze noyaux polaires feuilletés fixés à la culasse et les bobines, enroulées sur des carcasses isolantes, sont facilement amovibles et possèdent un enroulement shunt et un enroulement série. Les pièces polaires sont munies d'amortisseurs formés chacun de 10 barres de cuivre réunies par des plaquettes, également en cuivre, placées latéralement.

Chaque commutatrice porte, sur l'un des paliers, un relais actionné par un appareil à force centrifuge, calé sur l'extrémité de l'arbre et destiné à faire couper le circuit par le disjoncteur, si la commutatrice dépasse la vitesse de 300 t : m ou bien si elle tourne en sens inverse.

Le démarrage des commutatrices s'obtient en faisant passer dans l'induit le courant venant du troisième rail de la voie; la machine fonctionne alors comme moteur à courant continu.

Un fil d'équilibre de très faible résistance relie les enroulements en série des inducteurs.

La puissance normale de ces commutatrices est de 600 kw, pouvant atteindre 1000 kw pendant des périodes de 15 minutes séparées par des intervalles de même durée. Elles peuvent fournir 1200 kw pendant 2 minutes à la condition, toutefois, que ces à-coups ne se produisent qu'à des intervalles d'au moins une heure.

Tableau de distribution. — Chaque sous-station est mise en communication avec la ligne à haute tension par l'intermédiaire du poste de sectionnement voisin.

Au point d'arrivée des trois conducteurs dans la sous-station, chaque phase est munie :

1° D'un parafoudre à cornes avec sa ligne de terre, traversant une résistance non inductive, constituée par un réservoir en grès rempli d'eau glycérinée;

2° Un sectionneur à barrettes;

3° Une bobine de self en série sur le conducteur;

4° Des sectionneurs à barrettes pour amener le courant vers l'un ou l'autre des transformateurs ou aux deux à la fois. Les sectionneurs, placés sur l'estrade à haute tension, sont garantis par des cloisonnements en ciment armé; on les manœuvre au moyen d'une perche isolée, munie d'un fil métallique assurant la mise à la terre de la poignée.

Au-dessous de l'estrade sont installés les appareils desservant les groupes de transformation et comportant pour chacun d'eux :

1° Un interrupteur tripolaire à 20 000 volts, avec rupture dans trois bacs à huile séparés et à déclenchement automatique à maximum sur deux phases;

2° Deux transformateurs en série sur les deux phases correspondant à l'interrupteur automatique;

3° Un transformateur-réducteur de tension pour le voltmètre et les appareils de mise en phase, garanti par des fusibles de 0,5 ampère.

Le tableau comporte trois panneaux : les deux extrêmes sont affectés au groupe de transformation et celui du milieu au couplage et au démarrage des commutatrices, ainsi qu'au départ du courant continu.

Chacun des panneaux extrêmes porte les instruments de mesure, les appareils de couplage, de commande à distance de l'interrupteur tripolaire à 20 000 volts, le volant du rhéostat d'excitation et un disjoncteur à courant continu, à maximum et à retour, qui est réglé pour couper automatiquement le conducteur allant du pôle positif de la commutatrice à la barre positive.

Ce disjoncteur fonctionne :

1° Lorsque l'intensité du courant dépasse 1400 ampères;

2° Lorsque, le courant étant inversé, son intensité dépasse 120 ampères;

3° Lorsque la commutatrice marche à une vitesse angulaire dépassant 300 t : m;

4° Lorsque la commutatrice démarre en sens inverse.

Le panneau central, commun aux deux commutatrices, porte les instruments de mesure, les appareils de couplage et le volant du rhéostat de démarrage.

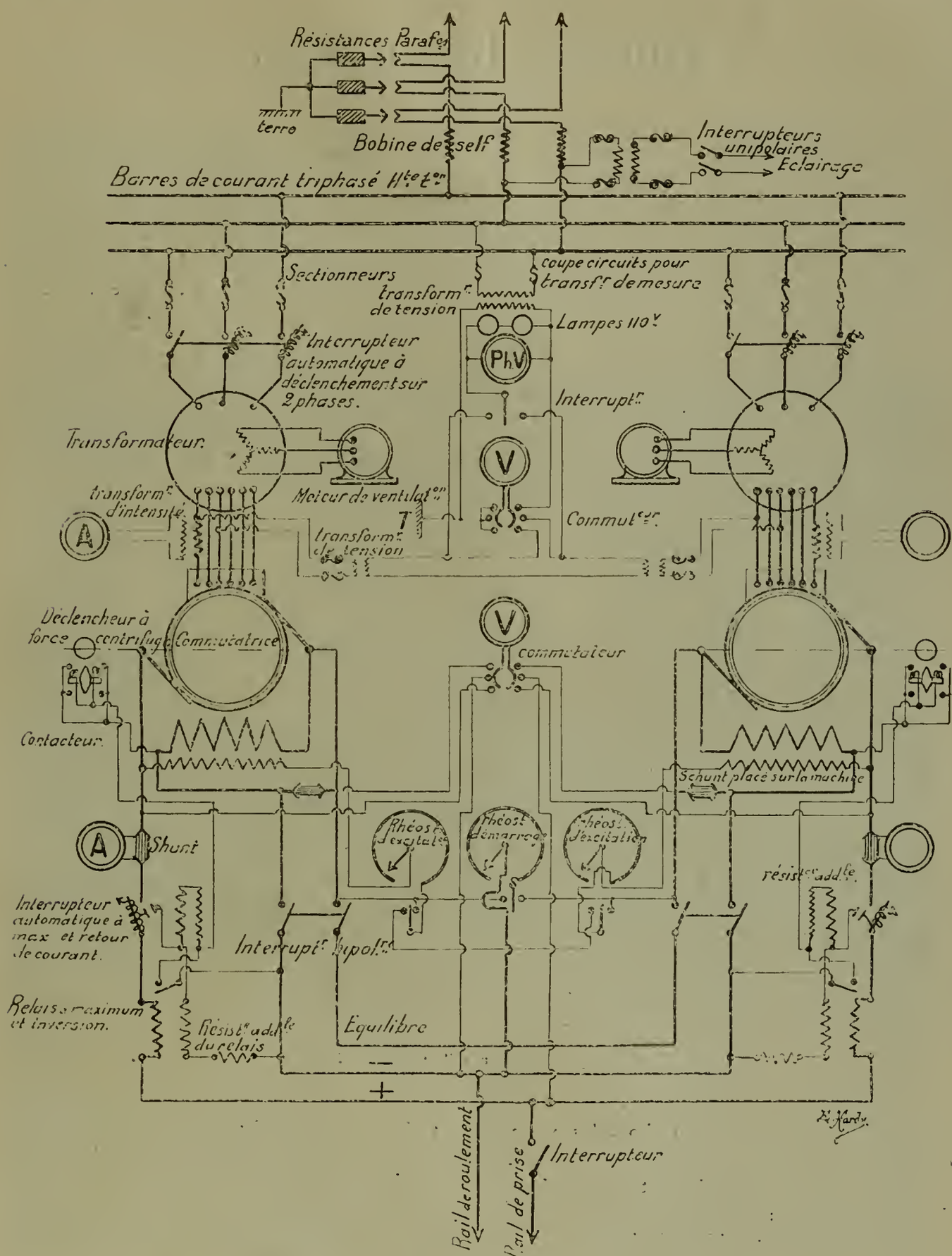


Fig. 185. — Schéma des connexions d'une sous-station.

Les rhéostats et les transformateurs de mesure sont installés derrière le tableau. Chaque commutatrice a son rhéostat d'exécution, mais le rhéostat de démarrage est commun.

La figure 185 donne le schéma des connexions d'une sous-station.

J.-A. M.

(*A suivre*).

L'électricité dans les mines.

(Suite et fin) (1).

Pompes de mines. — Pour toutes les mines, les installations de pompes (fig. 186) sont importantes; certaines mines se trouvent dans une situation exceptionnellement intéressante au point de vue des quantités d'eau à extraire, celles-ci atteignent jusqu'à 10 tonnes par tonne de charbon produite; la question du choix des pompes est donc une question primordiale.

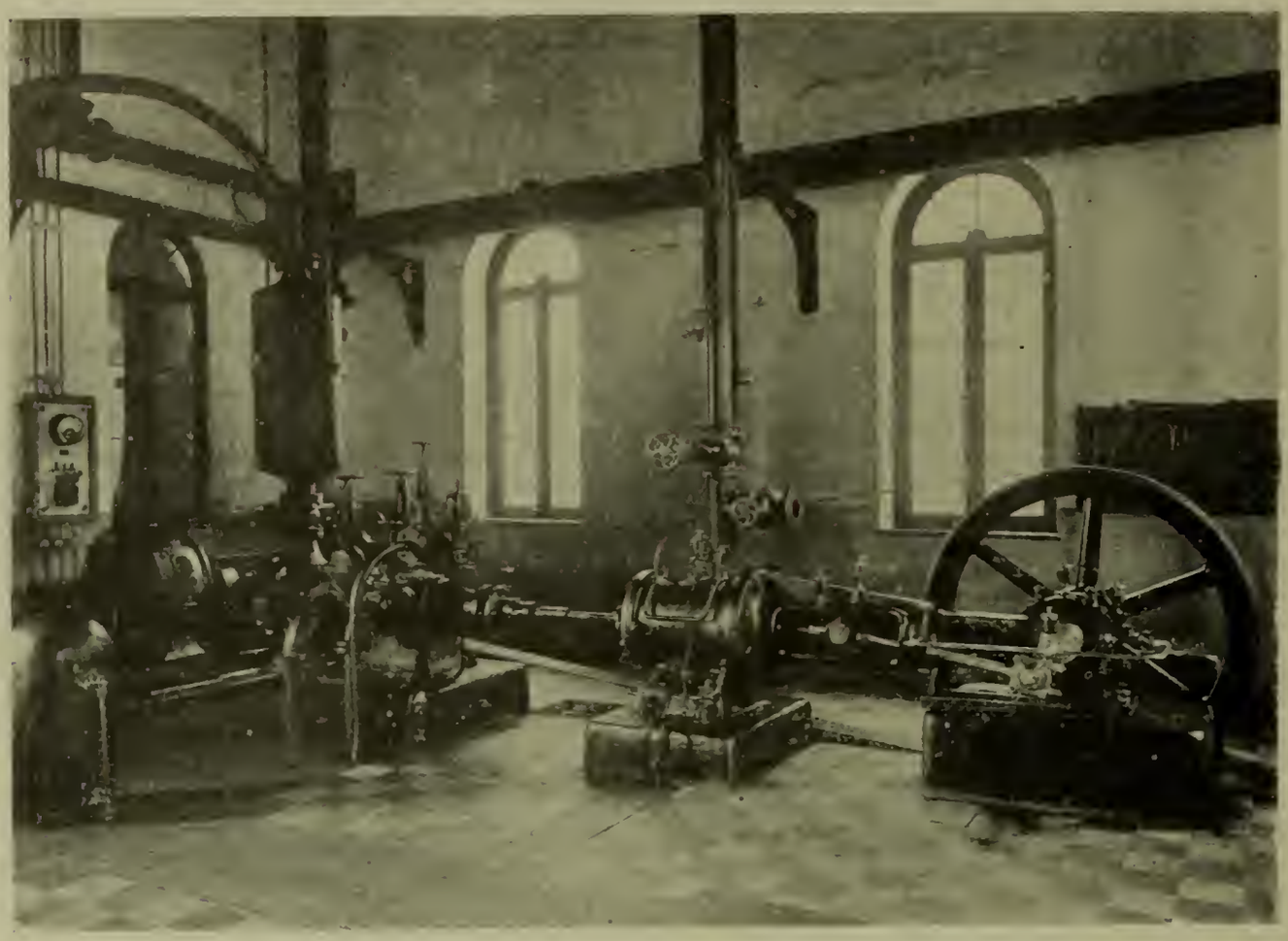


Fig. 186. — Installation de pompes à commande électrique (Cie Internationale d'Électricité).

Deux faits ont principalement contribué à en donner la solution :

1° L'amélioration considérable des pompes centrifuges à plusieurs étages et leur appropriation aux hautes pressions (hauteur de refoulement de plus de 300 m); les pompes centrifuges, couplées directement à un moteur électrique, constituent d'excellentes machines;

2° La possibilité d'appliquer la commande électrique aux pompes à piston existantes; combinaison qui réduit sensiblement la dépense d'énergie, diminue les frais d'entretien et de main-d'œuvre et se prête à la réalisation d'installations fonctionnant de façon entièrement automatique.

Les pompes de mines peuvent être rangées en quatre catégories :

1° Les pompes de fonçage;
2° Les pompes d'extraction principales
3° Les pompes d'extraction auxiliaires;
4° Les pompes transportables.

Les pompes de fonçage (fig. 187) doivent pouvoir fonctionner d'une façon parfaite, dans les conditions les plus défavorables et même lorsqu'elles sont submergées; lorsqu'elles sont actionnées électriquement, elles ont le grand avantage de n'encombrer les galeries ou puits que dans la plus faible mesure possible.

Les pompes d'extraction électriques (fig. 188) ont des avantages identiques; l'application de la commande électrique à ces pompes se justifie

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1119, 8 juin 1912, p. 353.

d'autant mieux qu'il est souvent possible de les faire fonctionner pendant des périodes où la demande d'énergie électrique à l'usine est faible, de sorte que l'utilisation ne comporte nullement, ainsi à la réalisation de groupes très économiques.

Les pompes de draînage ou pompes auxiliaires, réparties aux endroits les plus convenables et en nombre assez élevé, ne peuvent fonctionner dans

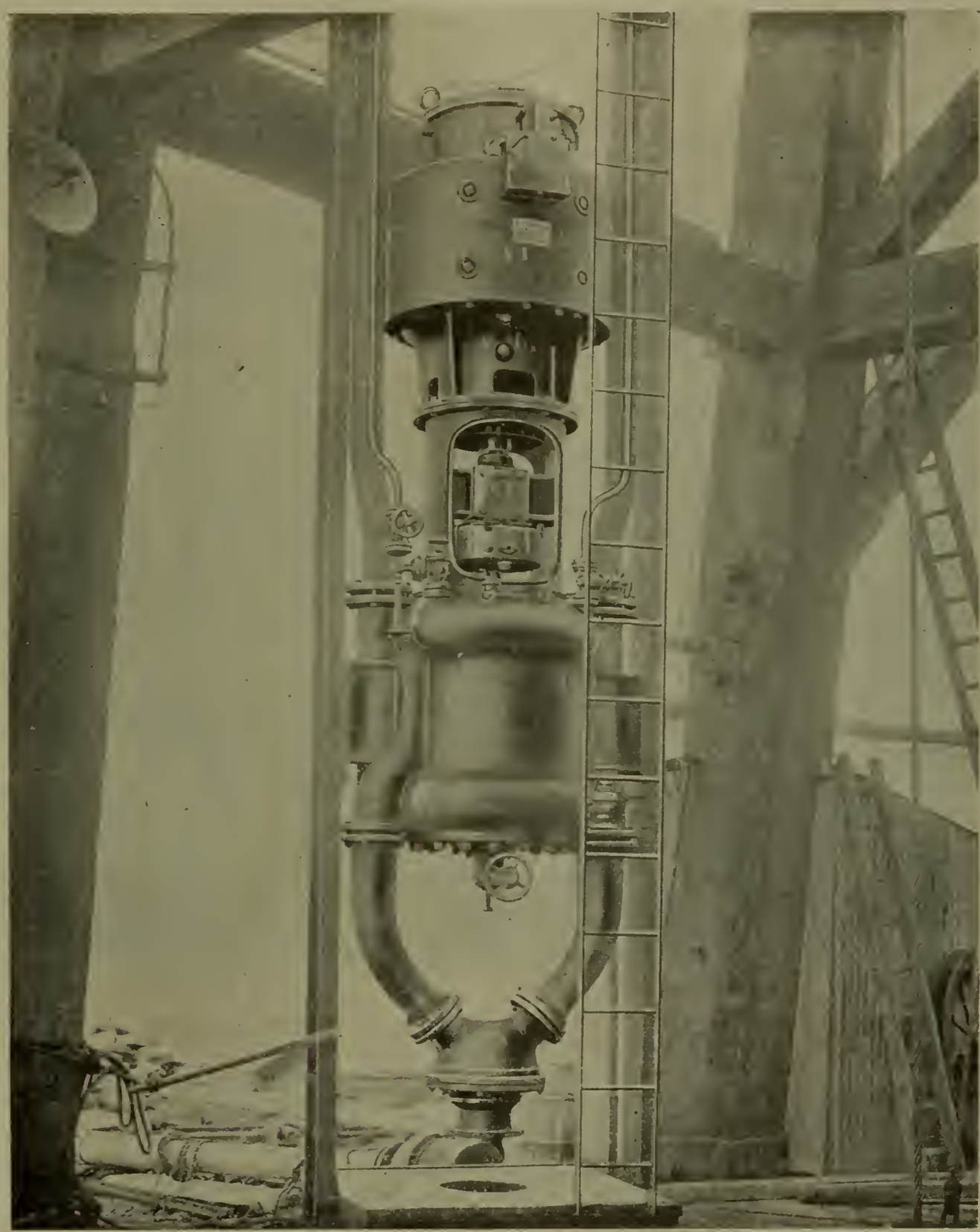


Fig. 187. — Pompe électrique de fonçage (Dick Keerr et Cie).

ainsi que l'on pourrait être tenté de le croire, une augmentation de l'équipement générateur; les pompes centrifuges, aujourd'hui en usage, s'accommodent facilement de l'attaque directe par moteur électrique à grande vitesse et se prêtent des conditions satisfaisantes que si elles sont actionnées électriquement; elles ne demandent alors aucune surveillance, elles peuvent être équipées pour travailler automatiquement.

Mais c'est avec les pompes transportables

qu'apparaissent le plus visiblement les avantages de la commande électrique; qu'une voie d'eau se produise à un endroit quelconque, qu'une pompe ordinaire doive être arrêtée, aussitôt une pompe transportable y est amenée et il n'y a qu'à dérouler les tuyaux d'aspiration et de refoulement et à établir la liaison électrique, pour disposer aussitôt de l'appareil nécessaire.

Ajoutons que, dans tous les cas, les pompes électriques ont un rendement largement supérieur à celui des autres systèmes; ce rendement va jusqu'à 70 à 75 0 0, c'est-à-dire qu'il dépasse de 25 à 40 0/0 celui des pompes à vapeur.

Ventilateurs. — La condition essentielle à laquelle doit satisfaire une installation de ventilation dans une mine est de pouvoir fonctionner sans interruption; cette condition est d'autant plus rigoureusement imposée que la mine est davantage sujette à la production de gaz dangereux.

On sait que la ventilation a été assurée pendant un certain temps au moyen de foyers; mais aujourd'hui ce procédé n'est plus utilisé que dans quelques régions, pour des mines secondaires; c'est au moyen de machines soufflantes rotatives et de ventilateurs qu'elle s'effectue ordinairement; les trompes à vapeur ou à eau sont d'un usage très restreint.

La commande électrique satisfait facilement aux conditions requises; lorsque l'on acquiert pour la ventilation des ventilateurs spéciaux, on utilise communément des groupes où les deux parties sont accouplées directement l'une à l'autre; il y a dans ce cas une grande économie de puissance et une grande réduction d'encombrement; lorsque l'on applique simplement le moteur électrique à la commande de ventilateurs existants, à petite vitesse, on doit conserver la transmission par courroie; la commande électrique n'en présente pas moins de sérieux avantages : augmentation de la sûreté du service, diminution des frais d'entretien et de surveillance, indépendance complète de l'installation vis-à-vis de l'usine génératrice; meilleur contrôle de la vitesse, etc.; on peut aussi réaliser un système de commande à distance et disposer des appareils de sécurité donnant toute garantie.

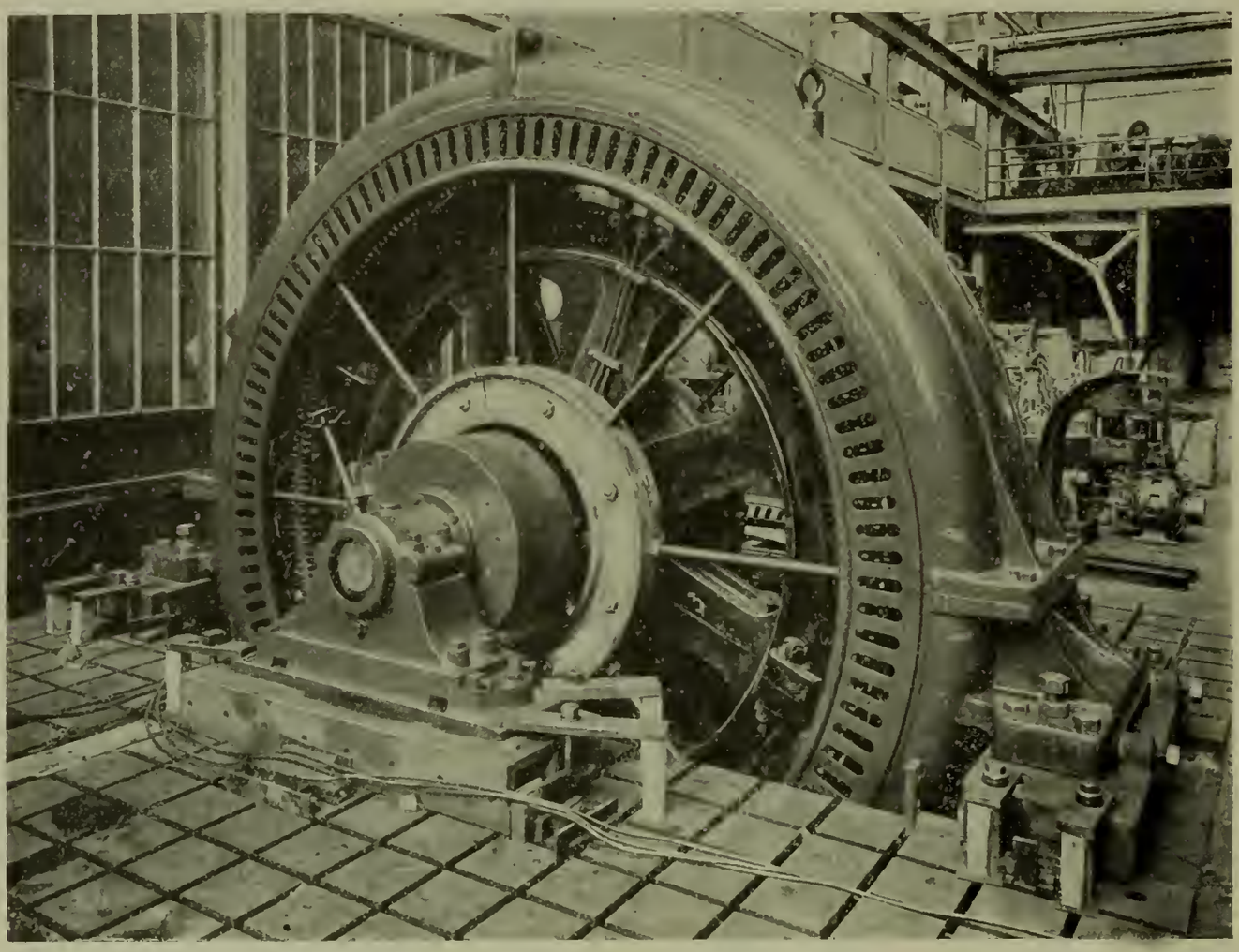


Fig. 188. — Moteur de pompe souterraine (Cie Internationale d'Électricité).

Compresseurs. — Ce sont les mêmes qualités que l'on peut faire valoir pour la commande électrique des compresseurs servant à fournir

l'air comprimé à certaines machines qui continuent à fonctionner avec cet agent, telles que les perforatrices; actionnées électriquement, celles-ci aussi fournissent le meilleur service, tout en fonctionnant en toute indépendance, tandis que les compresseurs à vapeur sont toujours défectueux; comme les machines de compression peuvent être installées, du moment qu'elles sont actionnées électriquement, aux points les plus convenables, les canalisations sont raccourcies et les pertes de pression se trouvent amoindries; en outre, il devient possible de desservir chaque section par un compresseur ou encore de réaliser des groupes compresseurs mobiles, ce qui facilite beaucoup le travail et le rend plus économique.

La substitution de la commande électrique est aussi avantageuse, en ce qu'elle augmente le rendement des machines, en diminue l'encombrement et élimine les frais de surveillance.

exemple, il est déjà répandu; on évalue qu'aux États-Unis, il y a actuellement approximativement 15 000 haveuses en service.

Il existe de nombreux systèmes de machines mais c'est la haveuse électrique (fig. 189) qui a progressé le plus rapidement et qui est la plus employée; elle doit son succès à la supériorité de la distribution électrique au point de vue de la souplesse et de l'économie; dans l'État de Pensylvanie, seul, la quantité de houille extraite annuellement, au moyen de machines électriques, a passé de 18 millions de tonnes en 1903 à 31 millions en 1909.

La disposition la plus perfectionnée comprend une haveuse montée sur un truck à auto-propulsion, tous les mouvements étant exécutés automatiquement; la commande s'effectue au moyen d'un moteur spécialement approprié à cette application; c'est un moteur à courant continu

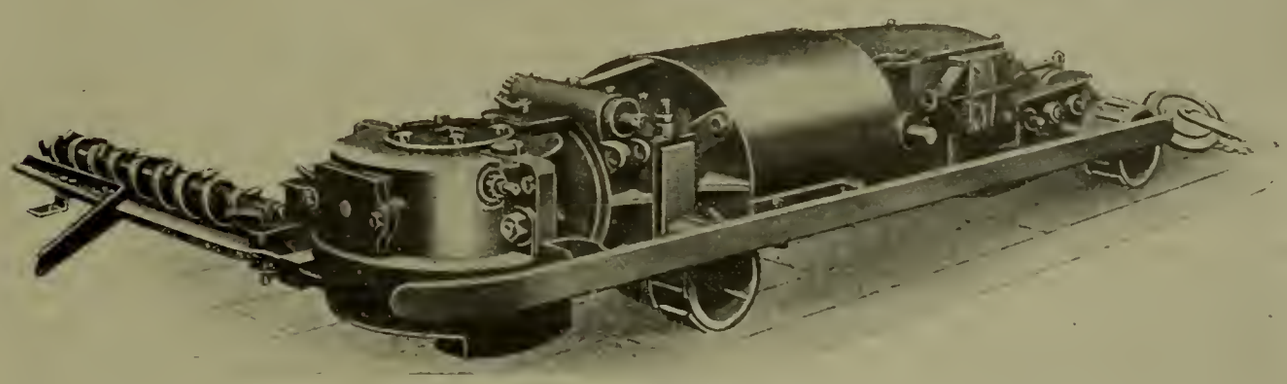


Fig. 189. — Haveuse électrique à barre.

Perforatrices. — L'application de la commande électrique aux compresseurs améliore donc sensiblement le fonctionnement des perforatrices.

Le progrès est toutefois plus grand encore lorsque l'on adopte des systèmes spécialement étudiés pour l'utilisation de l'électricité, comme les systèmes électro-pneumatiques ou les systèmes électriques purs; il y a depuis quelques années déjà de très bonnes machines électro-pneumatiques, éprouvées par une pratique suffisante, et récemment ont été créées des machines électriques qui paraissent également répondre à toutes les exigences.

Le rendement de ces deux catégories d'appareils est excellent; le même travail qui exige, avec le système pneumatique simple, une puissance de 12 à 18 ch peut être exécuté, dans un temps égal, avec une puissance de 3 à 5 ch dans le cas de machines électro-pneumatiques et de 1 1/2 à 2 ch avec les dernières machines électriques.

Haveuses — L'emploi des haveuses n'est pas encore très étendu dans nos pays; mais en d'autres régions, en Angleterre et aux États-Unis, par

blindé, type shunt ou compound à arbre vertical, muni d'un combinateur rhéostatique simple et combiné pour les tensions couramment employées pour les locomotives de mine.

Le travail d'abattage se fait ordinairement la nuit, pendant que chôment la plupart des autres machines et la mise en usage des haveuses électriques ne comporte donc aucune dépense supplémentaire en ce qui concerne les frais d'installation de l'usine génératrice.

Broyeurs. — Dans la commande par machine à vapeur, on est forcé d'employer une transmission par courroie pour obtenir la vitesse de rotation voulue.

Cet intermédiaire n'a pas d'autre utilité et comme on est amené à réduire autant que possible l'encombrement, on installe la machine à vapeur à proximité de la machine commandée, en recourant à l'emploi d'une poulie de tension pour obtenir l'adhérence voulue; mais ce procédé implique des pertes excessives et une usure anormale de la courroie.

Avec la commande électrique, on est parvenu

aujourd'hui à établir des groupes à couplage direct entre le moteur et la machine de sorte qu'il y a une économie de place sérieuse et une réduction appréciable des dépenses d'énergie et des frais d'entretien de la courroie.

Concasseurs. — Le fonctionnement des concasseurs donne toujours lieu à des pertes mécaniques importantes, par suite de la complication des organes de transmission; il en résulte que l'on ne met à profit qu'une faible partie de l'énergie absorbée et que l'encombrement est exagéré; mauvais déjà à pleine charge, le rendement devient absolument insuffisant avec les faibles charges et la puissance consommée à vide n'est pas sensiblement plus faible que celle absorbée en marche normale; d'autre part, comme le service est très rigoureux, les dispositifs de transmission — les courroies particulièrement — sont soumis à une usure excessive.

On élimine en grande partie ces inconvénients dans des machines de nouvelle construction, spécialement établies pour la commande électrique; les différents mouvements y sont produits par des moteurs individuels, de sorte que l'on supprime la plupart des arbres de transmission, des courroies, etc.; l'économie ainsi réalisée sur les dépenses d'énergie et sur les frais d'entretien est considérable; un grand avantage est surtout de pouvoir faire fonctionner les différentes parties de l'installation isolément; les dépenses sont toujours en proportion du travail fourni.

Lampes électriques. — En ce qui concerne l'éclairage, il n'est guère besoin d'un exposé spécial; les avantages du procédé électrique sont trop bien établis pour qu'il faille les énoncer ici.

L'éclairage électrique est certainement, à la fois, le procédé le plus sûr et le plus économique pour les exploitations minières comme pour la plupart des exploitations industrielles.

Une question attire spécialement l'attention pour le moment, en ce qui concerne l'éclairage de sûreté, pour l'exécution des travaux en galerie; c'est la réalisation d'une petite lampe portative pouvant brûler pendant un temps suffisant.

Il semble qu'elle soit résolue à présent, grâce aux perfectionnements considérables réalisés simultanément dans la fabrication des accumulateurs, dans la fabrication des lampes à incandescence et, accessoirement, dans la confection des réflecteurs.

Appareils de communication et de signalisation. — Aucun procédé de communication ne peut surpasser le système téléphonique pour donner un contrôle complet de toutes les parties d'une exploitation minière; c'est une méthode d'une valeur inappréciable pour la transmission des ordres, et qui peut acquérir un intérêt incalculable en cas d'accident, incendie, explosion, coup d'eau.

C'est aussi le procédé le plus simple et le moins coûteux, car les appareils sont relativement simples; la pose des canalisations ne présente aucune difficulté, enfin l'emploi en est à la portée de tous les ouvriers; cet avantage seul suffirait à le rendre précieux.

MARCHAND.

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ACCUMULATEURS

Récupération des boues de plomb provenant des batteries d'accumulateurs.

L'*Electrician* signale un brevet allemand, le n° 236 243, délivré pour la protection d'un procédé qui permettrait de tirer parti des boues de peroxyde et de sulfate de plomb s'accumulant, à la longue, au fond des batteries d'accumulateurs. Dans le procédé en question, on ajoute à ces boues de la chaux éteinte et on forme ainsi un gâteau solide et facilement transportable. On peut encore employer d'autres corps, notamment des mélasses, pour réduire le peroxyde. Dans toutes ces réactions, une quantité si grande de chaleurs se trouve libérée qu'une bonne partie de l'eau s'évapore. — G.

APPLICATIONS DIVERSES

Utilisation de l'ozone.

L'*Electrical World* analyse comme il suit une conférence sur les applications de l'ozone, récemment faite à Boston par le Dr Milton W. Franklin, de Schenectady (États-Unis).

Depuis 1894, on a largement fait usage de l'ozone en Hollande, en Russie, en Allemagne et en France, pour la purification des eaux potables. Aux États-Unis on l'a surtout employé, jusqu'ici, pour améliorer les conditions atmosphériques,

particulièrement dans les grandes salles de réunions, les hôtels, les clubs, etc. Pour purifier l'ambiance, il faut employer au plus 1 milligramme d'ozone par mètre cube d'air. Dans une installation moderne d'ozonisation, 1 kw-heure produit 130 gr d'ozone : une machine ordinaire, affectée au service d'un immeuble habité, ne doit donc pas consommer plus de 15 watts d'énergie. On reconnaît à l'odorat si l'air ambiant contient la quantité d'ozone convenable. L'ozone est particulièrement précieux pour purifier l'air exposé aux influences délétères des abattoirs, des usines, des fabriques de colle, etc. On recherche actuellement quel rôle pourrait jouer l'ozone comme agent thérapeutique et les résultats déjà obtenus laissent prévoir que ce gaz, entre des mains habiles, est appelé à rendre des services appréciables. — G.

DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

Distribution d'énergie dans le Lancashire.

La compagnie de distribution électrique du Lancashire, l'une des plus importantes sociétés de ce genre, qui a surmonté de si grandes difficultés à son début, obtient actuellement des résultats de plus en plus satisfaisants. Les demandes de force motrice pour les mines de charbon et les industries textiles sont très encourageantes et le nombre des chevaux vendus se sont élevés de 10 600 à 13 600. Les kilowatts produits atteignent presque 18 millions au lieu de 14 et les bénéfices ont augmenté de 4200 livres. La tendance que l'on a, dans les ateliers de tissage, à adopter un moteur distinct pour la commande de chaque métier, prend de plus en plus d'extension dans le comté et donnera certainement de bons résultats. On vient de terminer un agrandissement de la station d'énergie qui pourra contenir un ensemble supplémentaire de 10 000 ch. Un premier groupe de 2500 kw est déjà installé; un second groupe de 3500 kw est commandé. Au commencement de l'année 1912, il y avait déjà des demandes d'abonnement s'élevant à 2600 ch au lieu de 1100 ch l'année dernière. — A.-H. B.

DIVERS

L'Évolution du système métrique et les vues actuelles sur les unités dérivées.

M. Ch.-Ed. Guillaume a fait à la Société française de physique une communication des plus intéressantes sur cette question des unités.

Jusqu'à la réunion de la première Conférence générale des poids et mesures, en 1889, les unités fondamentales du Système métrique étaient définies par les étalons des Archives de France. Cette conférence, à laquelle 20 États étaient représentés, a décidé de représenter, pour l'avenir, le mètre et le kilogramme par les prototypes internationaux, déposés au bureau international des poids et mesures. La plupart des États adhérents à la Convention du mètre ont sanctionné par des lois nationales à la fois les prototypes internationaux et les valeurs représentées, avec leurs équations particulières, par les prototypes nationaux. Pour la France, la loi est celle du 11 juillet 1903.

Pendant longtemps, la terminologie relative au kilogramme a été incorrecte; la confusion fréquente entre les termes *masse et poids*, qui régnait à l'époque de la fondation du Système métrique, avait conduit à désigner le kilogramme comme unité de poids et les traités d'arithmétique précisant dans ce sens, spécifiaient que la valeur de ce poids était celle que possédait le kilogramme des Archives de France au lieu même où il était déposé.

Dès l'année 1887, le Comité international avait déclaré que le kilogramme est une unité de masse, notion conservée dans la définition adoptée par la première Conférence générale et la plupart des lois nationales promulguées depuis cette époque désignent le kilogramme comme l'unité fondamentale de masse. Au surplus, la lecture attentive des rapports présentés à l'Institut national des Sciences et Arts dans le courant de l'année 1799 ne laisse aucun doute sur les intentions des fondateurs du Système métrique. Dans leur esprit, le kilogramme ne pouvait être qu'une unité de masse et seule une terminologie insuffisamment fixée a pu engendrer, dans le cours du temps, la déviation consacrée plus tard par l'usage.

L'écart extrêmement minime, mais cependant appréciable entre le volume du kilogramme d'eau et le décimètre cube, a conduit à établir une distinction entre ce dernier et le litre, qui est le volume du kilogramme d'eau à son maximum de densité et sous la pression atmosphérique normale. Le litre est, d'après les meilleures mesures modernes, de 27 millionièmes supérieur au décimètre cube.

Telles sont les définitions fondamentales qui régissent les unités métriques pour tous les États qui ont adopté le Système métrique et qui sont les suivants : à titre obligatoire, Allemagne, Autriche, République Argentine, Belgique, Brésil, Bulgarie, Chili, Colombie, Costa-Rica, Cuba, Danemark, France, Guatemala, Hollande, Honduras, Hongrie, Italie, Luxembourg, Mexique, Monténégro, Nicaragua, Norvège, Pérou, Portugal, Roumanie, El Salvador, Serbie, Suède, Suisse, Uruguay. A titre facultatif, Bolivie, Egypte, États-Unis d'Amérique, Royaume-Uni de Grande Bretagne et d'Irlande, Grèce, Japon, Paraguay, Russie, Siam, Turquie, Venezuela. En Grèce et au Siam, l'emploi obligatoire est prévu pour un avenir prochain. Aux États-Unis, les unités du Système usuel sont définies par leurs rapports

aux unités métriques et non plus par les étalons autonomes du Système britannique.

On a fondé sur le Système métrique les unités de toutes les grandeurs mesurables. Certains ont voulu voir, dans le système C. G. S., un ensemble opposé au Système métrique, en raison du fait que, dans ce dernier, l'unité définie par le kilogramme serait celle de la force, tandis que dans l'autre, le gramme serait l'unité de masse. En fait, cette opposition n'existe pas. Le système C. G. S. n'est qu'une spécialisation du Système métrique pour le choix des unités fondamentales, en même temps qu'une extension par la définition des unités dérivées.

Le Système métrique, dans lequel seules les unités fondamentales de l'espace et de la masse sont définies, est susceptible d'une semblable extension. L'unitéde travail, m^2 kg : sec^{-2} est précisément le joule.

Ainsi, en partant des unités métriques fondamentales, on arrive plus directement au joule et au watt qu'en prenant pour point de départ les unités du système C. G. S. L'unité M. K. S. de force est la décimégadyne, dont l'ordre de grandeur est très maniable. L'unité de pression est, en revanche, trop petite pour correspondre aux usages industriels.

Une commission de l'Association internationale du froid a développé logiquement tout le système des unités dynamique et thermique fondées sur le kilogramme, le mètre et la seconde.

Les besoins de la pratique ont conduit à définir certaines des unités électromagnétiques par des étalons dont les valeurs correspondent, aussi bien qu'on a pu l'établir, à celles qui se déduisent des définitions théoriques. Au sujet du choix de ces unités, l'accord n'est pas complet. Tout le monde, il est vrai, est du même avis au sujet de l'ohm; mais les opinions diffèrent encore au sujet de la définition pratique de l'ampère et du volt.

L'opinion la plus généralement admise est la suivante : la loi d'Ohm établissant, entre les trois unités fondamentales, une relation qui doit être vérifiée rigoureusement, on ne peut définir que deux d'entre elles par des étalons.

Mais la loi de Joule a le même droit que la loi d'Ohm à être satisfaite et on doit en conclure qu'un seul étalon impose la valeur pratique des trois unités.

A cette dernière sentence, un grand nombre d'électriciens répondent par la définition du watt en partant de deux des unités électriques fondamentales. Or, cette manière de voir, qui fait dépendre les unités fondamentales de la puissance et de l'énergie de celles du courant électrique, est contraire à la genèse de ces grandeurs mécaniques; le watt et le joule sont définis en partant du mètre, du kilogramme et de la seconde et ne peuvent, en outre, avoir une définition partant d'unités électriques définies par des étalons.

La difficulté se résout si, à la nécessité de la vérification absolue des lois d'Ohm et de Joule, on substitue celle de leur vérification dans les limites de la technique de précision. On ne voit plus alors aucune difficulté à représenter par des étalons les trois unités fondamentales de l'électricité et la lutte entre la représentation de l'ampère et du volt cesse d'elle-même faute d'objet.

L'unité du champ magnétique a été jusqu'ici définie par le champ exerçant l'unité d'effort sur la quantité de magnétisme égale à l'unité. Mais cette définition ne correspond pas à une notion pratique. Partant de l'unité de courant, on peut, au contraire, définir l'unité de champ comme étant le champ régnant à l'intérieur d'un solénoïde indéfini, dont la densité d'enroulement uniforme est de $\frac{10}{4\pi}$ tours par centimètre et qui est parcouru par un courant de 1 ampère.

Les autres unités relatives au champ magnétique s'en déduisent immédiatement.

Un modèle de loi a été établi, qui renferme toutes ces notions.

La loi qui régit les mesures dans le Royaume de Bulgarie a été rédigée en tenant compte des points de vue ci-dessus. Le projet en voie d'adoption dans la République Argentine et dont la préparation est due à M. Carlos Aubone, les résume de façon remarquable.

RADIOTÉLÉGRAPHIE

Une grande station radiotélégraphique à Londres.

Suivant l'*Electrical World*, on va incessamment construire une grande station radiotélégraphique dans la partie Ouest de Londres, laquelle pourra communiquer avec une autre puissante station que l'on se propose d'aménager à New-York On doit, en outre, édifier une grande station au Caire, une deuxième à Aden, une troisième à Bangalore, une quatrième à Singapore. A partir d'Aden, on communiquera directement, par la voie des airs, avec Prétoria, dans le Sud africain. Le programme ci-dessus, assure la revue américaine, va être réalisé dans le courant de 1912 et, dès lors, Londres pourra correspondre, dans les cinq minutes, avec une partie quelconque du monde. — G.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

L'électrification de l'heure

SYSTÈME DE L'*ELECTRIC SILENTIA*

Dans les appareils construits par la Société de l'*Electric Silentia*, dont le siège est à Besançon, lancer les courants nécessaires à l'entretien de la marche et à la conduite des horloges secondaires.

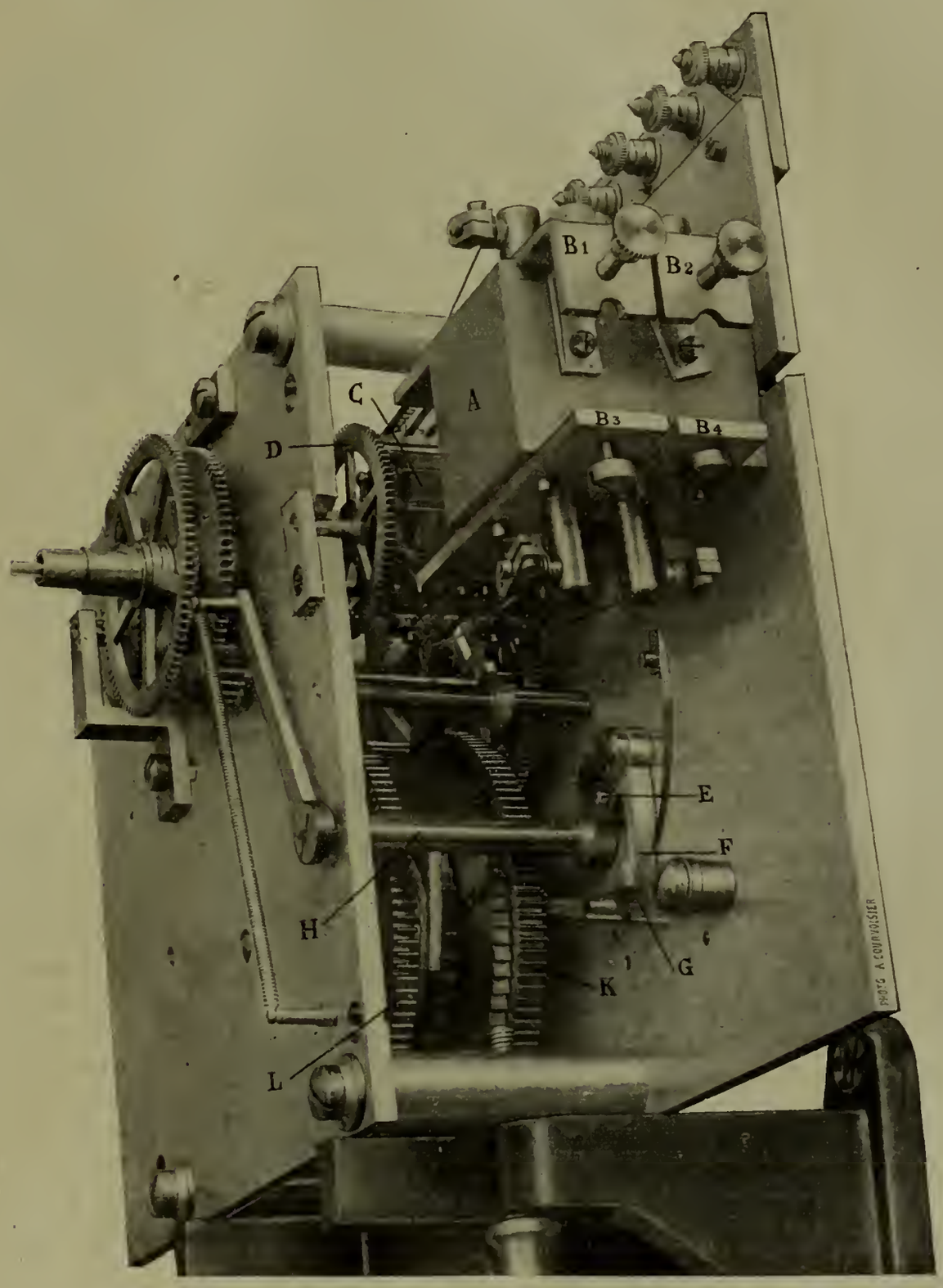


Fig. 190.

capitale de l'horlogerie française, le pendule reprend le rôle qu'il occupe dans l'horlogerie ordinaire. Ce n'est plus lui qui est chargé de

Il oscille comme dans une horloge non électrique, en relation avec un échappement à ancre.

Les horloges mères employées par la Société de

l'*Electric Silentia* sont de deux types : à poids et à ressort.

Le type à poids est employé dans les installations chargées en réceptrices et dans lesquelles on a besoin d'une grande exactitude. Le type à ressort est exclusivement réservé aux petites installations ne comportant pas plus d'une dizaine d'horloges secondaires.

Dans tous les cas, ces horloges sont silencieuses. C'est de là que vient le titre de la Société.

La figure 190 représente un régulateur à poids destiné à une installation importante. Le mouvement étant mis en marche, le remontage du poids s'effectue automatiquement, toutes les 8 heures, par la mise en circuit d'un petit moteur électrique que commande le mouvement même du régulateur. Cette commande se fait très simplement par l'intermédiaire des pièces E, F, G, H, K. Une goupille disposée sur la roue K détermine la mise en fonction de l'interrupteur EFG, qui interrompt le courant dès que le poids a été remonté d'une quantité suffisante.

La distribution aux réceptrices se fait par le dispositif que l'on voit à la partie supérieure de la figure. Le tambour C, en fibre, se meut régulièrement. De distance en distance il porte des lamelles d'argent qui viennent chaque minute toucher deux des balais correspondant aux quatre bornes B_1, B_2, B_3, B_4. Ces balais sont reliés de telle sorte qu'à chaque passage du courant distributeur, celui-ci se trouve inversé.

Dans la figure 191, nous voyons une horloge mère pour installations modestes. Cette figure montre en même temps la disposition des balais servant à la distribution du courant aux réceptrices et la façon dont s'opère le remontage automatique.

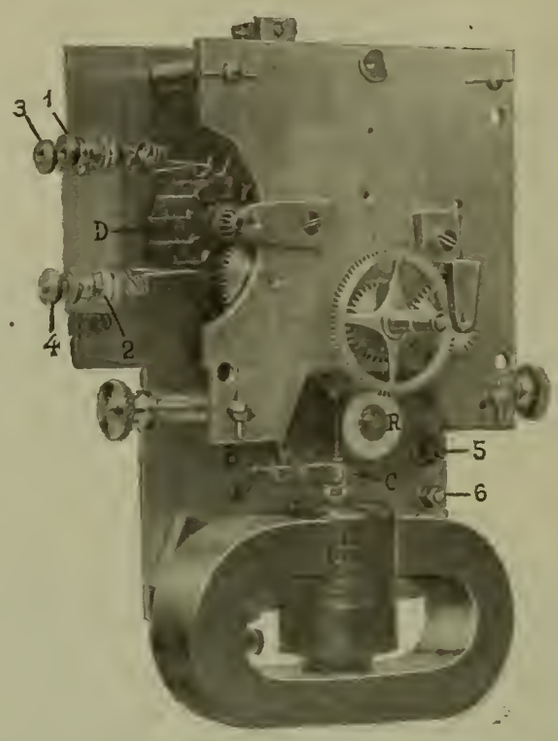


Fig. 191.

Toutes les heures, le passage d'une goupille entraînée régulièrement par la marche du mouvement à ressort, goupille non apparente sur le dessin, détermine le déplacement du bras B et, rapprochant un des balais du collecteur C, ferme le circuit. Le moteur se met en marche et, par l'intermédiaire de la vis sans fin montée sur son axe, actionne la roue R qui remonte le ressort de la quantité dont il s'est débandé. Dès que ce travail est accompli le bras B s'éloigne et le courant est coupé.

Le tambour de fibre à lamelles se voit en D et la disposition des balais chargés d'opérer le lancement du courant dans les horloges secondaires est indiqué en 1-3 et 2-4.

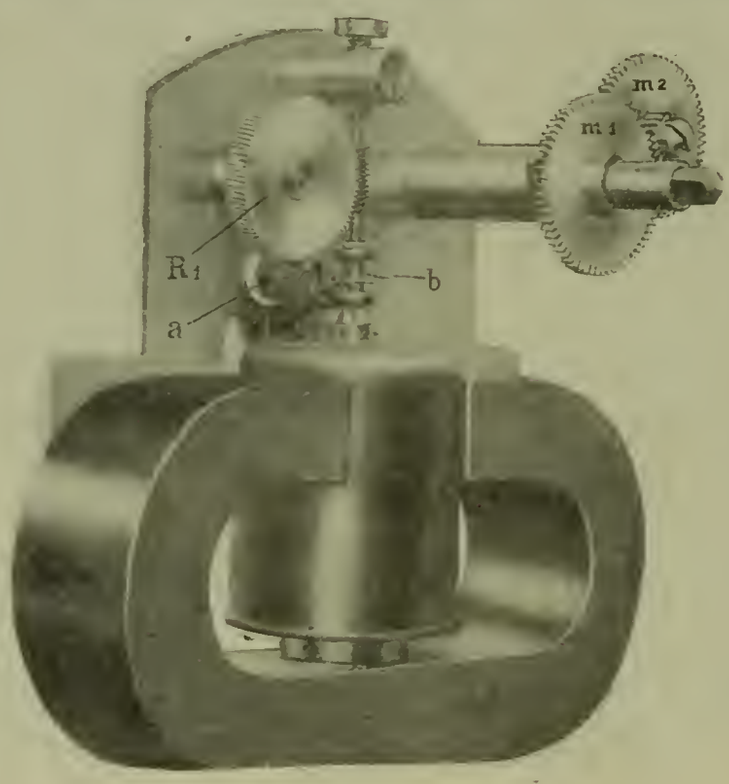


Fig. 192.

On voit, par la disposition du système de remontage, que le ressort moteur du mécanisme de l'horloge est toujours bandé de la même quantité à très peu près, ce qui est une condition de bonne marche qui ne se rencontre pas dans les pendules à ressort ordinaire, surtout lorsqu'on opère le remontage toutes les quinzaines, la tension du ressort étant trois fois moindre à la fin qu'au commencement de cette période.

Les figures 192 et 193 représentent un mouvement d'horloge secondaire. On voit qu'il est d'une grande simplicité et se présente avec l'as-

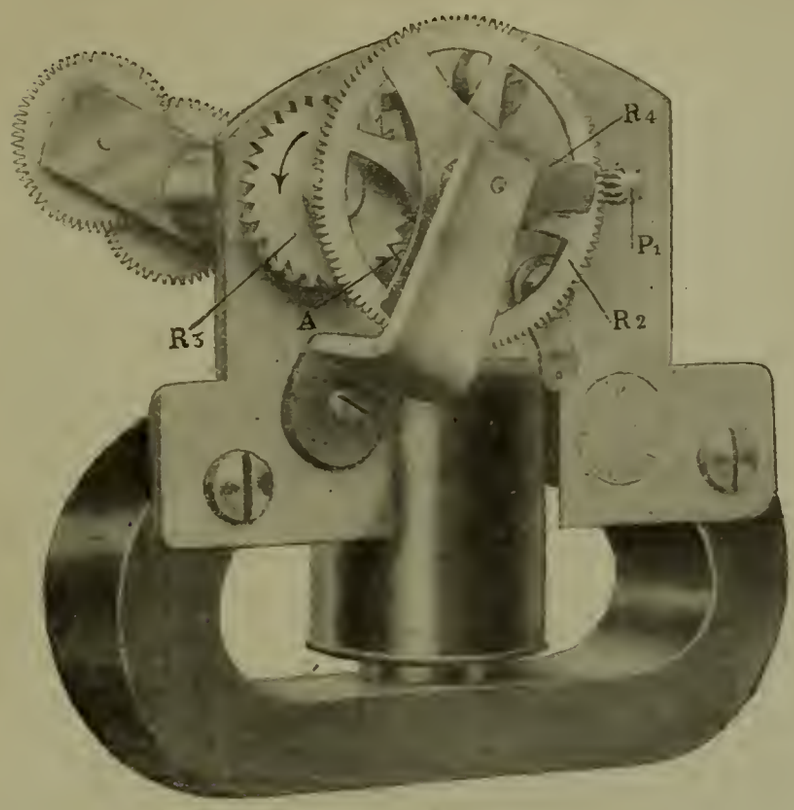


Fig. 193.

pect robuste qui convient à un mécanisme de ce genre.

Dans la figure 192, la pendule est vue du côté du cadran. Dans la figure 193 de l'autre côté.

Dans la figure 192 on voit comment, le courant arrivant de l'horloge mère par les balais *a* et *b*, le petit moteur rotatif disposé à la partie inférieure de la platine se met à tourner. Son axe terminé par une vis sans fin fait tourner la roue R_1, qui, de l'autre côté (fig. 193), conduit le pignon P. Celui-ci, de son côté, entraîne la roue R_2 montée à frottement gras et maintenue en place par la pression d'un ressort à trois branches R_4. La roue R_2 entraîne dans son mouvement l'ancre dont on aperçoit seulement les becs en arrière (le bec inférieur en A). Ces becs agissent alternativement sur les dents du rochet R_3 qui, lui, tourne continuellement dans le même sens, celui de la flèche, entraînant les rouages m_1 et m_2 de la minuterie.

Pour que ce mouvement du rochet R_3 ait toujours lieu dans le même sens, il est nécessaire que l'ancre A oscille tantôt à droite et tantôt à gauche et que, par suite, la roue R_2 change de sens de rotation à chaque passage du courant. Ce changement de sens est obtenu par la disposition des balais que nous avons remarquée sur la figure 192.

Les réseaux des horloges du type *Electric Silentia* s'installent avec des fils de 10, 15 ou 20 dixièmes suivant le nombre des réceptrices et la longueur du réseau. L'étendue d'un réseau est pratiquement indéfinie et peut comporter un nombre d'horloges aussi considérable qu'on le voudra à condition

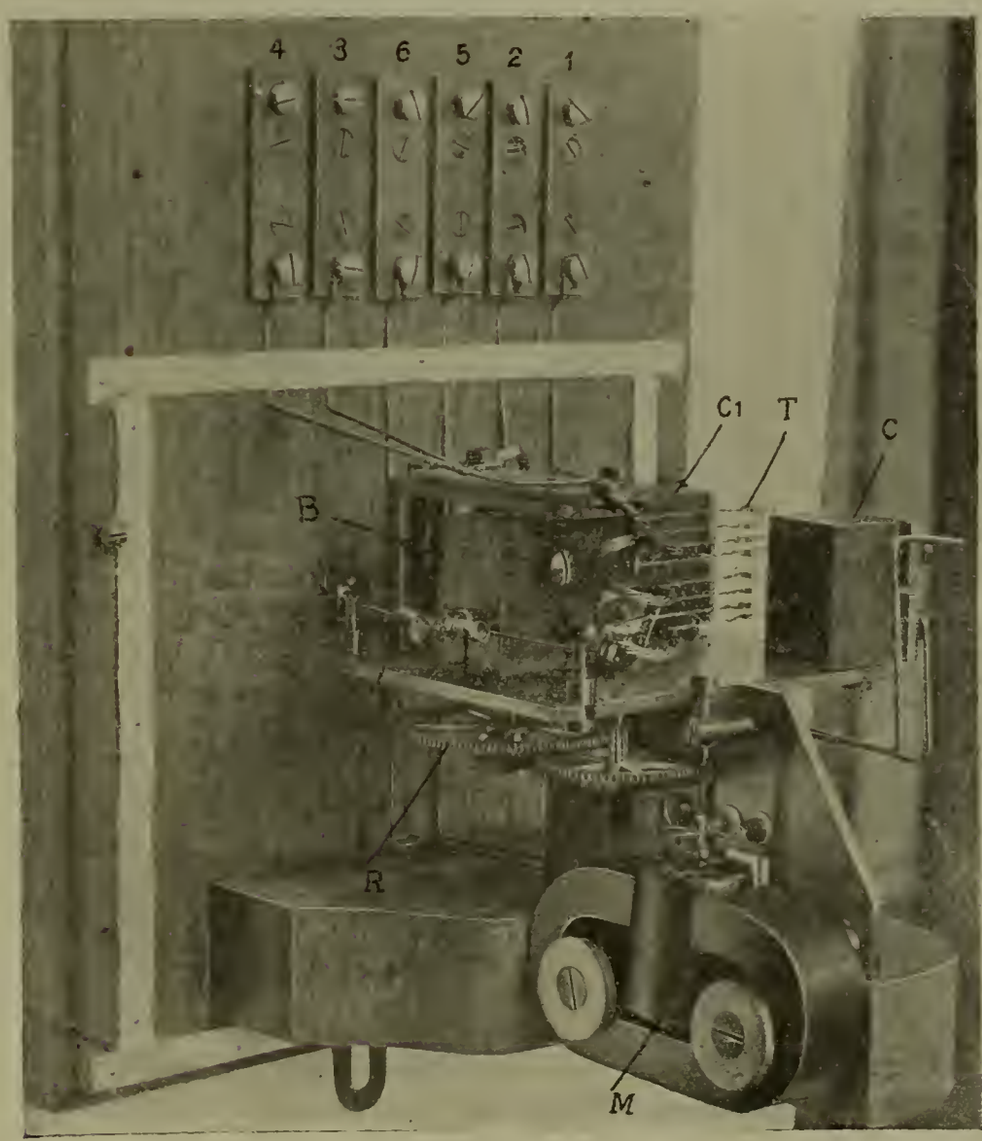


Fig. 194.

de munir les lignes de relais en nombre suffisant.

La figure 194 représente un de ces relais.

Installé en dérivation comme une horloge secondaire, il a deux prises de courant qui mettent en marche le moteur M. Par une roue intermédiaire, ce moteur actionne la roue R portant, à sa partie supérieure, le porte-balais B qui reçoit d'une batterie spéciale le courant aux prises 3 et 4 et le transmet une minute à la borne C, la minute suivante à la borne C. Les deux autres prises de courant 1 et 2 sont les têtes de lignes de la nouvelle série de réceptrices.

Chaque relais peut commander utilement une cinquantaine de ces réceptrices.

Le débit moyen d'une horloge secondaire est de 4 milliampères à chaque émission. La durée de l'émission est de 9 secondes, ce qui représente 5 ampères-heure par an pour une horloge secondaire, dont le cadran peut aller jusqu'à 40 centimètres de diamètre.

De 40 à 80 centimètres, le moteur est un peu plus fort et le débit de 8 milliampères, ce qui donne 10 ampères-heure par an.

Pour les horloges de clochers, le système peut actionner des cadrans ayant jusqu'à 4 m de diamètre.

Il présente alors certaines dispositions spéciales combinées en vue d'assurer la stabilité des aiguilles et de leur permettre de résister aux efforts du vent. En particulier, au lieu de commander une ancre, comme dans les cadrans de petit diamètre, le moteur actionne une vis sans fin. L'axe de cette vis porte en bout un pignon lequel engrène avec une grande roue de champ plantée sur l'axe de l'aiguille des minutes. Le courant n'a pas besoin dans ce cas d'être alterné. Le débit varie de 20 à 30 ampères-heure par an.

Quant aux aiguilles, avec cette disposition, elles sont absolument inébranlables. Nous sommes ici en présence d'un des cas où la vis sans fin présente de l'utilité comme engrenage. Elle est en effet *menée*. Elle se conduit parfaitement. Mais il est matériellement impossible qu'elle fasse à son tour mouvoir la grande roue à dents hélicoïdales qui engrène avec elle.

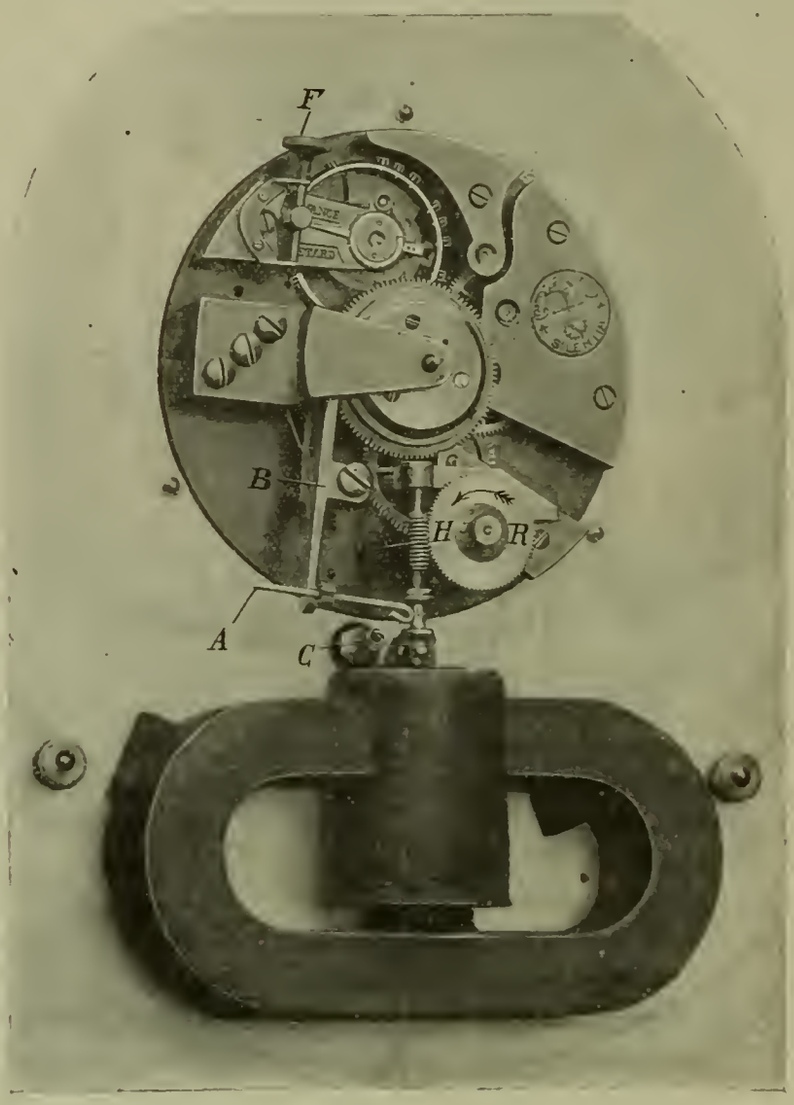


Fig. 195.

Cette puissance stabilisatrice de la vis sans fin a été récemment utilisée par la maison Gent et Cᵒ, de Leicester, dans l'horloge électrique gigantesque qu'elle a installée aux nouveaux bâtiments de la Royal Liver Society, de Liverpool, avec 4 cadrans de 25 pieds anglais de diamètre, pesant environ chacun trois tonnes et demie.

En résumé, le système de l'*Electric Silentia*, qui présente une grande simplicité et une robustesse considérable est susceptible d'être appliqué pratiquement à une distribution générale d'heure dans une ville, grâce à l'emploi de relais qui permettent de prolonger indéfiniment la canalisation et d'intercaler sur le réseau des horloges plus puissantes comme celles des monuments publics. Chaque relais constitue une sorte de secteur secondaire, présentant une certaine autonomie et n'ayant recours à l'horloge-mère fondamentale que pour les déclenchements réguliers des minuteries qu'il commande.

Quoique cela ne rentre pas directement dans le sujet de l'électrification de l'heure dont nous nous occupons spécialement ici, nous dirons cependant que la Société *Electric Silentia*

applique encore ses principes de construction à des *horloges individuelles*.

La figure 195 représente une de ces horloges, en grandeur naturelle.

Le mouvement, on le voit, est en définitive un simple mouvement de montre. Le ressort se remonte automatiquement toutes les heures au moyen du petit moteur qui actionne la roue R dans le sens de la flèche H. Le courant passe lorsque le bras B, en se déplaçant, au cours de la marche du mouvement vient mettre en contact le balai C avec le collecteur du moteur. La vis F sert au réglage du mouvement comme dans la raquetterie d'une montre ordinaire.

Le débit est de 2 milliampères sous 1,5 volt. Mais la tension peut descendre à 0,6 sans que la marche soit influencée. La dépense annuelle est de 1,5 ampère-heure par an. La pile d'alimentation du moteur peut durer deux ans et demi.

Par sa grande simplicité, cette horloge individuelle se recommande tout particulièrement aux nombreuses personnes qui oublient de remonter régulièrement leurs pendules. De même que les horloges de réseau dont nous venons d'indiquer sommairement le fonctionnement se recommandent comme aptes à se bien conduire dans des installations où les réceptrices sont forcément un peu à l'abri de la surveillance, comme dans un réseau public.

Nous avons terminé avec ce qui a trait à l'unification de l'heure par des réceptrices proprement dites. Les quelques appareils que nous avons décrits, choisis parmi les meilleurs, et qui s'appuient sur de sérieuses références de marche, démontrent d'une façon suffisamment nette que, si nous n'avons pas en France une heure unique dans nos grandes villes, ce n'est pas faute d'appareils propres à assurer consciencieusement le service, mais simplement faute d'un réseau de canalisations appropriées dont on ne paraît pas, du moins à Paris, pressé de vouloir faire les frais.

Nous terminerons cette étude par quelques indications sur les systèmes de remise à l'heure, et notamment sur la manière dont cette remise à l'heure fonctionne dans le système de la *Normal Zeit*, dont les applications sont fort importantes.

Léopold Reverchon.

LA TRACTION ÉLECTRIQUE
sur la ligne de Villefranche de Conflent à Bourg-Madame.

(Suite et fin) (1).

Rails de prise de courant. — Ces rails, à double champignon, sont en acier spécial et présentent une grande conductivité. Leur résistivité est égale à sept fois celle du cuivre. Ils pèsent 39 kg par mètre et ont chacun une longueur de 11 m. La continuité électrique est obtenue aux joints par l'application de pâte Brown-Boveri.

Le rail de prise de courant est supporté tous les 3 m environ par des isolateurs en grès vernissé, posés sur des tasseaux en bois créosoté et fixés sur les traverses de la voie. Sa résistance ohmique est de 0,027 ohm par km.

Aux passages à niveau, aux aiguillages, etc., le rail est interrompu et les différentes sections sont reliées électriquement par un câble armé aboutissant aux extrémités à relier et enfoui dans le sol.

Dans les gares et aux passages à niveau, afin d'éviter tout accident pour le public, le rail est muni de protecteurs en bois ou en fibro-ciment.

Rails de roulement. — Le retour du courant s'effectue par les rails de roulement. La voie est à écartement de 1 m.

Ces rails, du type Vignole, pèsent 30 kg par mètre et la continuité électrique est obtenue aux joints au moyen de pâte Brown-Boveri. La résistance ohmique de la voie est ainsi très peu supérieure à celle d'un rail continu et est d'environ 0,0322 ohm par kilomètre sur chaque file. Chaque 100 m, les deux files de rails sont reliées en parallèle par une connexion transversale en cuivre pour assurer la communication électrique en cas de rupture ou de remplacement d'un rail. Des connexions semblables sont établies à tous les aiguillages et sont placées sous le ballast.

Voitures automotrices. — Il y a actuellement en service 10 voitures automotrices pour voyageurs et 10 voitures automotrices pour marchandises.

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1120, 15 juin 1912, p. 369.

Les automotrices à voyageurs ont une longueur entre tampons de 14,400 m; leur caisse a 13,50 m de longueur, 2,30 m de hauteur et 2,35 m de largeur intérieure. A chaque extrémité de la voiture se trouve une cabine pour le mécanicien. Ces voitures comportent un compartiment de 1re classe à 8 places, un compartiment de 2e classe à 36 places assises et un compartiment de fourgon. Toutes les parties de la voiture communiquent par des portes.

Chaque voiture est munie d'un manipulateur' d'un robinet de mécanicien et d'une manivelle de frein à main, ainsi que des différents organes nécessaires à la commande et à la régulation : régulateur, inverseur, tableaux des relais et des interrupteurs, résistances additionnelles des circuits de commande, compresseur à air, etc.

L'éclairage est assuré par 14 lampes à incandescence montées par 7 en série et groupées de telle façon que chaque compartiment possède un nombre égal de lampes de chaque série.

Le chauffage est électrique et chaque chaufferette consomme 90 watts par heure.

Le poids des automotrices à vide est de 27 tonnes, y compris l'équipement électrique et les bogies.

Les automotrices à marchandises ont une longueur de 10,750 m entre tampons et la caisse a 9,96 m de longueur, 2,135 m de hauteur et 2,185 m de largeur intérieure. Les divers appareils de régulation et de commande à unités multiples sont placés dans une cabine, comme dans les automotrices à voyageurs, avec cette différence qu'il n'y a qu'une seule cabine, celle d'avant.

Toutes les automotrices sont pourvues d'un indicateur-enregistreur de vitesse du système Tel qui peut être placé dans l'une ou l'autre des deux cabines.

Voitures de remorque. — Le matériel roulant de remorque comporte :

1° 14 voitures à voyageurs à 60 places;

2° 65 wagons spéciaux pour transport de minerais;

3° 29 wagons couverts pour transport de marchandises et de bestiaux;

4° 52 wagons plats pour marchandises;

5° 1 wagon couvert équipé du matériel de secours.

Equipement électrique des automotrices. — Chaque voiture est actionnée par quatre moteurs-série d'une puissance de 50 ch et alimentés sous une tension de 400/425 volts.

Sur chaque bogie, deux moteurs commandent l'essieu par l'intermédiaire d'un pignon en acier forgé engrenant une roue dentée, en acier coulé, calée sur l'essieu. Les deux moteurs de chaque essieu sont en série et les deux groupes des deux bogies sont couplés en parallèle.

Le système Sprague de commande à unités multiples a été appliqué. Dans ces conditions, la régulation des moteurs de toutes les automotrices se fait de l'un quelconque des véhicules moteurs.

Dans ce système de commande (fig. 196), l'inverseur et le coupleur sont complètement séparés et ne sont pas manœuvrés directement par le conducteur du train qui agit seulement sur le manipulateur, cet appareil faisant exécuter à distance et électriquement des mouvements identiques aux organes de commande de toutes les automotrices.

Le manipulateur met en position l'inverseur pour la marche « avant » ou la marche « arrière » suivant le cas et il fait tourner le coupleur de l'angle nécessaire pour réaliser les connexions correspondant à la marche désirée. L'intensité du courant qui agit sur les relais est très faible et ce courant, dérivé de la ligne principale, n'offre aucun danger dans les cabines où se trouve le conducteur du train.

Le courant de traction passe seulement dans le coupleur et l'inverseur et pas dans le circuit de commande qui parcourt le train, reliant entre elles les différentes automotrices.

Afin d'éviter la production d'arcs dans le coupleur lors de la rupture du courant de traction, l'équipement comporte un appareil spécial dit *rupteur* qui a pour fonction de couper le courant dès que la manette du manipulateur est amenée sur le zéro.

Un certain nombre d'interconnexions de sécurité sont établies, par l'intermédiaire des relais, afin d'empêcher le fonctionnement de tout appareil avant que les autres ne se soient placés dans la position convenable. Ainsi, par exemple, l'inverseur ne peut changer de position que si le régulateur est revenu au zéro; ce dernier ne peut obéir que si l'inverseur est en place et il ne peut passer d'une position à la suivante que si, grâce au régulateur placé sur le circuit des moteurs, l'intensité est suffisante pour le fonctionnement du moteur.

Le démarrage des moteurs s'effectue en agissant sur le coupleur qui intercale plusieurs résistances dans le circuit, ce qui donne la vitesse minimum; une deuxième vitesse est obtenue en éliminant successivement ces résistances et, enfin, la vitesse maximum est atteinte en shuntant les inducteurs.

Lorsque le train circule sur une descente, les

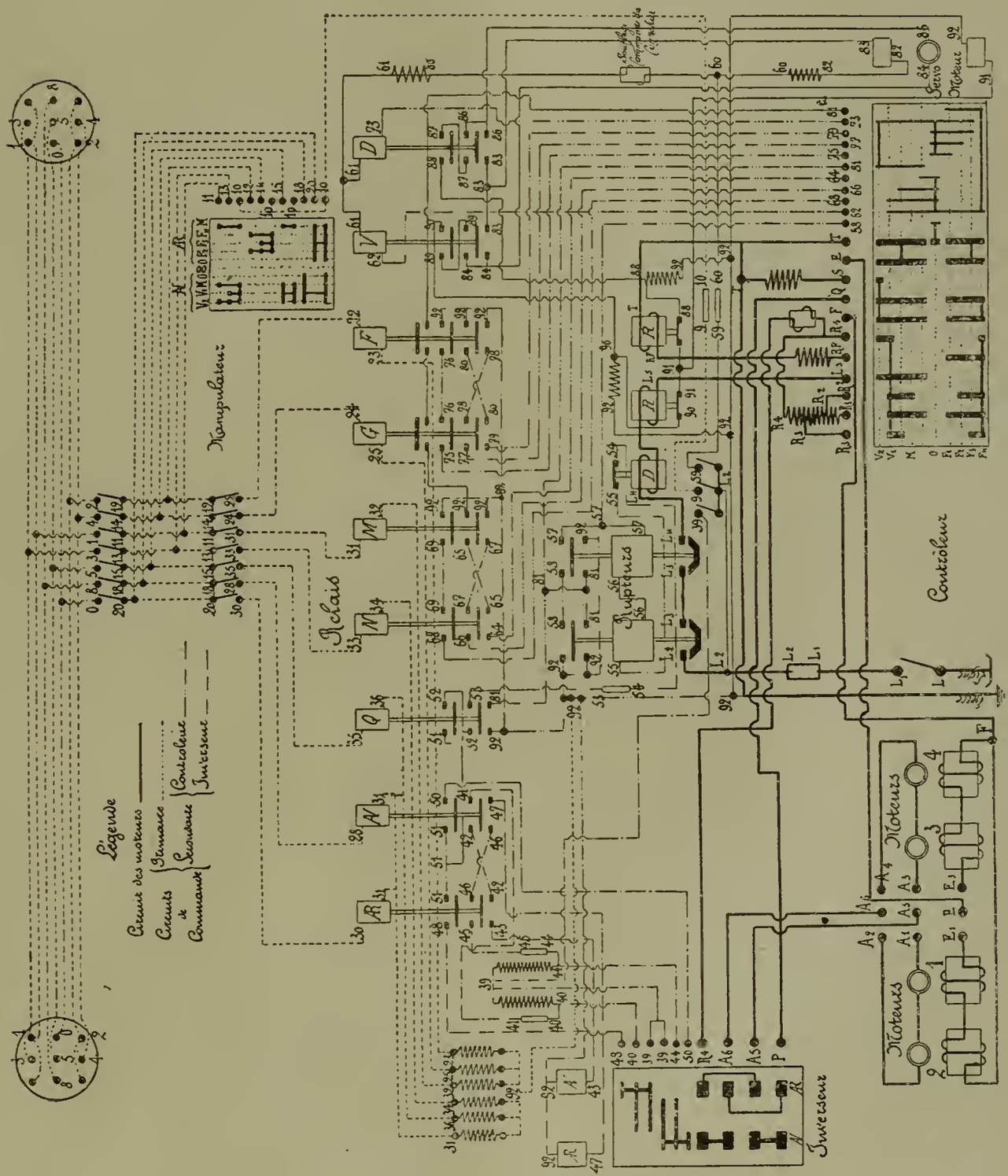

Manipulateur
Relais
Interrupteurs
Contrôleur
Moteurs
Moteurs
Inverseur
Moteur
Servo
Légende
Circuits de Commande
Circuits des moteurs
Ferrage
Secondaire
Contrôleur
Inverseur

Fig. 196.

moteurs fonctionnent en génératrice et débitent sur des résistances qui peuvent être éliminées successivement, selon la charge du train et la valeur de la pente. Une résistance spéciale de freinage reste néanmoins toujours en circuit; le cran de marche correspondant à cette résistance est celui du freinage maximum. Pour la marche arrière, on intercale de nouveau toutes les résistances, après avoir amené l'inverseur dans la position convenable et l'on obtient une vitesse réduite, toujours suffisante dans ce cas, car les automotrices, étant munies d'une cabine de commande à chaque extrémité, l'on n'utilise la marche arrière que pour des manœuvres.

Les résistances sont constituées par des grilles en fonte disposées sous le châssis des caisses.

La commande à distance des différentes automotrices s'effectue au moyen de fils isolés, réunis en un câble dont chaque véhicule en porte une section; un dispositif spécial d'accouplement permet de le relier aux autres sections. Ce câble suit toute la longueur du train.

La prise de courant sur le troisième rail se fait à l'aide de frotteurs fixés sur un bloc de bois paraffiné, reposant sur une équerre boulonnée sous les boîtes à huile des essieux. Chaque automotrice est munie de quatre frotteurs, deux de chaque côté de la voiture, le troisième rail étant posé tantôt à droite, tantôt à gauche de la voie de roulement. Le frotteur proprement dit est constitué par un sabot en acier suspendu par deux petites bielles et il s'applique sur le rail par son propre poids.

Lorsque le verglas et la neige recouvrent le troisième rail, la prise de courant serait insuffisante et l'on munit alors les automotrices de frotteurs spéciaux dits *brise-verglas*, constitués par quatre plaquettes en acier dur reposant par leur tranche sur le rail de contact et boulonnées à l'extrémité d'un support dont le déplacement vertical dépend de la course d'un piston se mouvant dans un cylindre sous l'action de l'air comprimé à une pression plus ou moins grande. La force d'application est réglée par le conducteur du train.

Chaque automotrice porte quatre patins électromagnétiques servant de frein. Ce sont des électro-aimants de forme particulière, suspendus au châssis du bogie au moyen de ressorts en boudin. Les noyaux se terminent par des épanouissements, maintenus entre les roues à une faible distance du rail de roulement qui sert d'armature. Les bobines de ces électro-aimants sont alimentées par le courant que fournit une batterie d'accumulateurs. Chaque voiture est munie à cet effet de deux batteries, ayant chacune 12 éléments Tudor; l'une d'elles sert de réserve. Ces batteries ont une capacité de 125 ampères-heure au régime de décharge en 10 heures et de 92,5 ampères-heure, au régime de décharge en 1 heure. Le fonctionnement des patins magnétiques exige 80 ampères sous 20 volts.

L'application des patins sur les rails de roulement peut être commandée de l'une quelconque des deux cabines de l'automotrice au moyen de commutateurs à rupture brusque. Dès que le circuit de la batterie d'accumulateurs est fermé sur les patins, le courant produit un champ magnétique qui tend à se fermer par le rail de roulement et détermine une attraction d'autant plus grande que l'entrefer est plus petit; on obtient ainsi un effort résistant absolument indépendant du poids de la voiture.

Deux types différents de patins ont été mis en service. Le premier, dont les résultats ont donné toute satisfaction, a un épanouissement qui présente onze saillies; les deux extrêmes sont taillées en plan incliné sur leur face inférieure. Les neuf autres constituent des pôles, dont cinq seulement sont munis d'un enroulement; l'intervalle de 10 mm qui les sépare les uns des autres est garni d'une barrette de laiton, afin que le flux ne se ferme pas dans le patin lui-même et qu'il suive le circuit magnétique que présente le rail de roulement. La résistance électrique d'un patin à cinq bobines montées en série, y compris les câbles de connexion, est d'environ 0,75 ohm à 15°.

Une automotrice à voyageurs, pesant environ 26,5 tonnes, munie de ces patins et marchant à la vitesse de 13 km à l'heure sur une pente de 0,06 m est arrêtée en 15 secondes sur une distance de 53 m.

Le second type de patin, a son épanouissement polaire formé de deux semelles de 80 cm de longueur, boulonnées sur deux flasques en acier coulé et séparées par la bobine d'excitation dont l'enroulement est soigneusement protégé. Les deux patins d'un même bogie sont reliés par un tube creux dans lequel passent les câbles amenant le courant des accumulateurs aux bornes des bobines des électro-aimants.

Un compresseur électrique du système Olivier complète l'équipement. Il se compose d'une pompe à air à deux cylindres à axes parallèles, actionnés au moyen d'un engrenage simple par un moteur-série à 850 volts pouvant être mis en marche sans résistance de démarrage.

La mise en marche de ce compresseur s'effectue au moyen d'un interrupteur à deux directions, soit à la main, soit automatiquement.

Ce compresseur fournit l'air comprimé nécessaire au fonctionnement des freins Westinghouse.

Les voitures sont donc pourvues de freins Westinghouse, de freins électromagnétiques, de freins rhéostatiques et de freins à main.

Exploitation de la ligne. — Chaque train est accompagné d'un conducteur-électricien, d'un chef de train et d'un aide-électricien qui prend place dans l'automotrice de queue.

Chaque train comporte une automotrice de tête et une de queue. Dans les trains à trois automotrices, deux se trouvent à la queue. Le tonnage maximum des trains est de 120 tonnes.

La vitesse maximum autorisée sur les diverses déclivités de la ligne a été fixée, pour les trains comportant des voitures de voyageurs, tant à la montée qu'à la descente:

à 50 km : h	sur les pentes de	0 à 33 mm : m.
à 35	—	—	33 à 41	—
à 30	—	—	41 à 55	—
à 25	—	—	55 à 61	—

La consommation d'énergie est de 80 watts-heure par tonne kilométrique et de 39 watts-heure par place-kilomètre.

Toute l'installation électrique de cette ligne a été effectuée par la Société Alsacienne de constructions mécaniques qui a montré que l'emploi de machines dimorphiques constituait une solution rationnelle et économique de la traction électrique.

La Compagnie des chemins de fer du Midi continue actuellement l'électrification d'un certain nombre de lignes du réseau pyrénéen et notamment les suivantes :

1° Ligne de Foix à Ax les Thermes (41 km) et son prolongement d'Ax les Thermes à Ripoll, par Bourg-Madame (40,5 km) jusqu'à la frontière espagnole. Cette section d'Ax les Thermes à la frontière constitue la partie française de la ligne transpyrénéenne d'Ax les Thermes à Ripoll (Espagne);

2° La section de Montréjeau à Pau (112 km) sur la ligne de Toulouse à Bayonne ainsi que les embranchements de Montréjeau à Bagnères-de-Luchon (35,5 km), de Lannemezan à Arreau (25 km), de Tarbes à Bagnères-de-Bigorre (22 km), de Lourdes à Pierrefitte-Nestalas (20,5 km), de Pau à Oloron Sainte-Marie et à Laruns-Eaux-Bonnes (54 km);

3° Les lignes concédées d'Auch à Lannemezan (69,5 km), d'Arreau à Saint-Lary et Vielle-Aure (11 km), de Pau à Hagetmau (52,5 km), d'Oloron Sainte-Marie à Bedous et le prolongement de Bedous à la frontière espagnole (52 km) constituant la partie française de la ligne transpyrénéenne de Bedous à Jaca;

4° La ligne concédée, à voie de 1 m, de Castelnau-Magnoac à Tarbes.

J.-A. M.

L'Isolation en électrotechnique.

(Suite) (1).

Prenons une sphère de cuivre isolée, par exemple suspendue dans l'air sec par un fil de soie. Communiquons-lui une charge électrique Q, elle prendra un certain potentiel U mesurable à l'électromètre. C'est-à-dire que la charge Q existant dans la sphère, il y aura tout autour un champ électrique, des lignes de force, des surfaces équipotentielles : parmi ces surfaces, il s'en trouvera une au potentiel U qui, dans l'espèce, se confondra avec la surface extérieure de la sphère.

Ajoutons une nouvelle charge égale à Q, de sorte que la charge totale, à supposer qu'il n'y ait aucune déperdition, devienne $2\,Q$, la déviation de l'électromètre nous indiquera un potentiel $2\,U$. Si la charge devient $3\,Q$, le potentiel deviendra $3\,U$, et ainsi de suite par variations proportionnelles. D'où nous concluons que le potentiel et la charge d'un même corps sont proportionnels ou, ce qui est la même chose, que le rapport de l'un à l'autre est constant.

$$\frac{Q}{U} = \frac{Q'}{U'} = \text{constante.}$$

Cette quantité constante est ce qu'on appelle la capacité électrique.

Au lieu d'électriser notre sphère de cuivre, chauffons-la. Communiquons-lui assez de chaleur

(1) Voir *l'Electricien*, 1912, n° 1109, 30 mars, p. 197, et n° 1113, 27 avril, p. 261.

pour élever uniformément sa température de 1°. On sait, au moyen du calorimètre, mesurer les quantités de chaleur; mesurons avec cet instrument le nombre des calories absorbées dans cette opération par la sphère de cuivre; représentons ce nombre par q. Dans une autre expérience, chauffons de manière à accroître la température uniformément, non plus de 1, mais de 2°; nous trouverons alors avec le calorimètre que la quantité de chaleur fournie a été 2 fois q; pour un accroissement de 3°, nous trouverions 3 fois q et ainsi de suite.

On a donné le nom de capacité calorifique à cette quantité de chaleur q, constante pour un même corps (sauf la restriction ci-après), nécessaire pour en accroître de 1° la température.

On voit de suite l'analogie.

Si on veut élever de 40° la température d'un corps dont C est la capacité calorifique, il faut lui fournir

$$40 \times C \quad \text{calories.}$$

Si de même on veut accroître de 40 unités le potentiel d'un corps dont la capacité électrique est C, il faut lui fournir

$$40 \times C \quad \text{unités}$$

correspondantes de charge électrique.

Dans les sciences naturelles, les déductions fondées sur les analogies viennent fort utilement en aide aux autres méthodes d'investigation. Elles peuvent aider à pressentir des rapports cachés et, par elles, les diverses parties de ces sciences s'éclairent souvent d'une vive lumière. Elles ne nous paraissent cependant acceptables, surtout dans l'exposé, qu'à la condition qu'on trace avec soin leurs limites. Cette obligation n'est pas un de leurs moindres mérites et la détermination précise de ces bornes a été une occasion fréquente de découvertes et de progrès.

C'est ainsi que, malgré l'analogie que nous venons de signaler, on ne saurait trouver de grandeurs plus différentes d'essence que la capacité électrique et la capacité calorifique.

La capacité calorifique est un coefficient caractéristique de la matière. Différent pour chaque corps, il est en outre fonction de la température : il ne faut pas la même quantité de chaleur pour élever de 1° la température d'un morceau de fer pris à 10° et du même morceau de fer pris à une température initiale de 100, 200, 500... degrés. Ce n'est que dans de faibles limites de température qu'on peut assimiler la capacité calorifique à une véritable constante et il faut adopter pour cette constante une valeur, déterminée par la mesure expérimentale et appropriée à l'intervalle de température dans lequel on se trouve.

La capacité calorifique partage d'ailleurs ces propriétés avec les divers coefficients physiques qui caractérisent la matière, coefficients d'élasticité, de dilatation, solubilité, indices de réfraction, etc., et cela n'a rien qui doive surprendre si on veut bien se souvenir que la température caractérise l'état, inconnu pour nous, des mouvements moléculaires dont l'intimité des corps est le siège.

Rien de semblable pour la capacité électrique (sauf cependant une réserve importante que nous développerons plus loin). La capacité électrique n'est pas un caractère de la matière, une propriété spécifique; elle ne dépend pas non plus du potentiel. Elle ne dépend que de la forme des corps si on n'envisage que des corps isolés, de leur forme et de leurs dimensions géométriques. Mais cette notion doit être élargie, car il n'y a pas de corps réellement isolés et si des lignes de force partent d'un conducteur électrisé elles vont nécessairement aboutir sur d'autres corps plus ou moins éloignés. Nous allons voir, à propos des condensateurs, tout l'avantage qu'on retire, au contraire, des groupements de conducteurs et nous reconnaîtrons que la capacité électrique d'un corps de forme donnée change considérablement suivant qu'on approche de lui, de façons diverses, d'autres corps conducteurs. En réalité on peut dire que chaque système ou assemblage de corps dans lequel les corps composants ont une forme, des dimensions géométriques et des positions respectives bien déterminées, on peut dire d'un tel système que sa capacité électrique est une constante absolue. Mais cette constante change si on apporte un changement quelconque dans la forme, les dimensions géométriques ou positions respectives des corps composant le système. Nous avons donc dans la capacité électrique un coefficient caractéristique de la forme, au sens général de ce terme, d'un système de conducteurs.

Ce que nous venons de dire permet maintenant d'apprécier à sa valeur l'analogie entre les capacités électrique et calorifique; analogie non physique, mais analogie de formule. Elle est d'un ordre tout différent de celle que nous avons signalée à propos du potentiel entre les phénomènes électriques et ceux que produit la pesanteur, où l'analogie, d'ordre mécanique, était renforcée par l'existence commune d'un potentiel, malgré que ce potentiel fût représenté par des fonctions différentes pour les deux ordres de phénomènes.

La capacité électrique ne saurait donc être

comparée à la capacité calorifique qu'au sens propre du mot capacité, c'est-à-dire qu'autant que l'une et l'autre marquent un pouvoir d'absorption l'une pour l'électricité l'autre pour la chaleur.

Créons un champ électrique au moyen d'un corps électrisé A (fig. 197) portant une charge positive Q. Nous supposerons d'abord le corps A éloigné de tout autre conducteur. Si nous désignons par C sa capacité telle que nous l'avons définie, il se trouvera porté à un potentiel U tel qu'on ait la relation

$$Q = CU$$

Ce potentiel U est celui d'une surface isopotentielle, celle qui se confond avec la surface même du corps. La valeur du potentiel va en décroissant à mesure qu'on considère des surfaces équipotentielles de plus en plus éloignées du corps A. Approchons de A un autre conducteur B. Nous savons que B va s'électriser par influence : il apparaîtra à la surface des charges négatives dans les régions qui font vis-à-vis à A, et positives du côté opposé. Il faut remarquer que, malgré cette séparation de B en deux régions, l'une négative, l'autre positive, la surface extérieure de B appartient à une certaine surface isopotentielle dont le potentiel est celui de ce corps B. La charge totale induite sur B est nulle, ce qui signifie qu'il y est induit autant d'électricité positive que d'électricité négative.

Fig. 197

Mettons B en communication métallique avec la terre. Ceci a pour effet d'amener le potentiel de B à zéro et en même temps, ses charges positives passant à la terre, B reste chargé négativement.

Nous avons donc maintenant en présence le corps initial A chargé positivement et le corps B, au potentiel zéro et possédant une charge induite négative. Essayons de nous rendre compte de ce que sont devenus les potentiels.

Prenons un point M (fig. 197) entre les corps A et B. Il y a nécessairement une certaine surface isopotentielle à laquelle ce point appartient et puisque les surfaces isopotentielles, nous l'avons vu, ne peuvent se couper, puisque, de plus, M est entre A et B, la surface isopotentielle M est tout entière comprise entre les surfaces isopotentielles auxquelles appartiennent les surfaces extérieures des corps A et B. Cette surface isopotentielle contenant le point M est donc à un potentiel intermédiaire entre les potentiels de A et B et par conséquent inférieur au potentiel de A. Ainsi le potentiel au point M est intermédiaire entre les potentiels de A et de B.

Si le corps B s'éloigne de A, ce que nous venons de dire du potentiel du point M subsiste et en particulier quand B est très loin, à l'infini, suivant l'expression d'usage, ou, ce qui revient au même, quand le corps A existe seul, le potentiel en M est inférieur au potentiel en A. Or, ce potentiel provient alors de l'action des seules charges positives du corps A. Appelons U'_M sa valeur.

B intervenant avec ses charges négatives, le potentiel en M se composera du potentiel créé en ce point par les charges positives de A diminué du potentiel qu'y créent à leur tour les charges négatives de B. Ce nouveau potentiel U''_M est donc plus petit que U'_M.

Nous n'avons imposé au point M aucune condition autre que d'être situé entre les corps A et B, c'est-à-dire d'appartenir à une quelconque des surfaces isopotentielles qu'on peut tracer entre A et B. Lorsque le corps B n'existait pas, on pouvait aussi tracer autour de A des surfaces isopotentielles de potentiels décroissants de la valeur U à la valeur zéro. L'introduction du corps B a eu pour résultat, d'une part, de modifier, au moins dans son voisinage, la forme et l'équidistance des surfaces isopotentielles et, d'autre part, de diminuer la valeur du potentiel sur chacune de ces surfaces. Car ce que nous avons reconnu vrai pour l'isopotentielle passant par M est nécessairement vrai de toutes les isopotentielles qu'on peut imaginer entre A et B, y compris même la surface isopotentielle dont A fait partie, puisque notre point M était un point quelconque de l'intervalle AB.

Appelons donc U_A le nouveau potentiel que prend le conducteur A lorsque le conducteur B intervient. Il résulte de ce qui précède que ce potentiel U_A est inférieur au potentiel primitif U.

L'introduction des charges négatives de B a diminué le potentiel sur A et dans tout l'intervalle AB.

Si nous voulons ramener le potentiel à sa valeur primitive, force nous sera donc d'amener sur A de nouvelles charges positives qui viendront compenser l'influence de B. Par conséquent, lorsque le conducteur A est en présence d'un

autre conducteur B, maintenu au potentiel zéro, il faut pour le porter au potentiel U une charge électrique Q' plus grande que lorsque B n'existe pas. Tout se passe comme si la capacité de A avait augmenté; comme s'il y avait eu, du fait de l'existence de B, *condensation* des charges électriques sur A et on donne le nom de condensateur au système formé par les deux conducteurs A et B et le diélectrique qui les sépare. Remarquons qu'il ne serait pas exact de dire que la capacité de A a augmenté : ce qui est vrai c'est qu'au corps A on a substitué le système A B et un diélectrique, de capacité plus grande.

On ne sera pas surpris, après tout ce que nous avons dit, que nous fassions entrer le diélectrique dans la définition du condensateur. Le diélectrique intervient par son pouvoir inducteur spécifique K dans l'expression du champ comme dans celle du potentiel : il est naturel de le voir figurer dans la définition d'un système qui tire son existence des propriétés de l'un et de l'autre. L'expérience montre, comme il fallait s'y attendre, que la capacité de tout condensateur varie, toutes choses restant égales d'ailleurs, suivant le diélectrique employé à sa construction. Et c'est ici le lieu de revenir sur une réserve que nous avons faite en expliquant que la capacité électrique était une constante absolue pour chaque système de conducteur particulier. Puisque la capacité d'un tel système, d'un condensateur, en élargissant le sens de ce terme, dépend *accessoirement* du pouvoir inducteur spécifique, les éléments qui feront varier ce coefficient feront aussi varier la capacité. Or, le pouvoir inducteur spécifique est un coefficient physique, caractéristique de la matière, que les agents physiques, température, pression, etc., peuvent faire varier; et ainsi, *par voie indirecte*, la capacité électrique d'un tel système subit des variations correspondantes. Il en est d'ailleurs de même de la capacité d'un conducteur unique. La capacité est donc réellement une fonction des formes et des dimensions des conducteurs et de la nature du milieu diélectrique.

Dans la pratique, un condensateur qui aurait l'aspect de notre figure 197 serait un bien mauvais condensateur. Il ne condenserait pas grand chose. Puisque c'est l'influence des charges négatives induites sur B qui, en définitive, provoque l'abaissement du potentiel et la condensation qui en est l'effet, il est évident que la condensation sera d'autant plus considérable qu'on aura disposé les choses pour porter à son maximum cette influence des charges négatives. On y parvient en rapprochant le plus possible B de A et mieux encore en s'arrangeant pour que B enveloppe A autant que le permettent les nécessités de la construction, de façon que le plus grand nombre possible de lignes de force aille rencontrer le conducteur auxiliaire B. De cette remarque sont sorties les formes actuellement en usage et sur lesquelles nous n'avons pas à nous arrêter ici.

La capacité des condensateurs peut se mesurer ou se calculer. Il y a une formule très générale qui donne cette quantité. Soient :

C, la capacité du condensateur;

K, le pouvoir inducteur spécifique du diélectrique qui entre dans sa construction;

S, la surface commune des conducteurs ou armatures en regard;

e, l'épaisseur uniforme du diélectrique.

On a :

$$C = \frac{KS}{4\pi e}.$$

Le lecteur reconnaîtra sans peine que cette formule s'accorde avec ce que nous avons dit de la meilleure disposition à donner à ces appareils.

Etablie à propos des condensateurs plans, elle convient pour des surfaces quelconques pourvu que l'épaisseur soit suffisamment petite devant le rayon de courbure. Elle est encore intéressante en ce que, renfermant le pouvoir inducteur spécifique, elle permet d'étudier les diélectriques. On prend de préférence des condensateurs-plans identiques de dimensions et différents seulement par la nature de leur diélectrique. On en compare les capacités, soit avec des méthodes galvanométriques ou balistiques, soit avec méthodes de zéro rappelant le dispositif du pont de Wheatston soit enfin avec des méthodes électrométriques.

Ces pouvoirs inducteurs spécifiques sont d'ailleurs accessibles à la mesure par des procédés tout autres dans lesquels on ne fait pas usage de condensateurs.

Ch. Vallet.

(A suivre.)

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

Distribution d'énergie dans le Transvaal.

Au cours d'une conférence faite en août dernier à Londres, le marquis de Winchester, président de la compagnie des chutes Victoria et de distribution d'énergie du Transvaal, montre à ses auditeurs que les stations génératrices de Simmer Pan et de Brakpan, destinées à alimenter le réseau des chutes Victoria et celles de Rosherville et Central Robinson, qui distribuent l'énergie aux mines du Rand, fonctionnent toutes à leur pleine charge. En août 1912, la station de Vereeniging mettra en service la moitié de son matériel générateur et l'autre moitié pourra fonctionner en 1913. M. de Winchester déclare également que les demandes d'abonnement dépassent de beaucoup la capacité de toutes les stations mentionnées ci-dessus. L'assemblée des actionnaires autorise un nouvel emprunt de 2 millions de livres dont la moitié à souscrire maintenant. — A.-H. B.

DIVERS

L'institution des ingénieurs-électriciens anglais.

M. W. Duddell, l'inventeur de l'oscillographe, dont le nom déjà connu pour cette raison, l'est encore par suite de ses nombreux travaux scientifiques, vient d'être nommé président de l'Institution en remplacement de M. de Ferranti, qui vient de terminer sa deuxième année de présidence. Le congrès d'été se tiendra cette année à Glasgow. — A.-H. B.

ÉLECTROTHERMIE

Fusion et volatilisation du charbon de cornue.

Dans une communication faite à la Société française de physique, M. Jacques Delpech a fait connaître qu'il a constaté qn'en faisant jaillir un arc entre deux électrodes en charbon placées dans de l'azote comprimé à 30 kg par centimètre carré, on provoque la fusion de l'extrémité de l'électrode positive.

En exécutant l'expérience avec du courant continu à 110 volts on constate que :

1° La résistance électrique du milieu gazeux augmente considérablement quand on augmente la pression. Pour des pressions de 35 à 40 kg cm², l'arc ne se maintient que si les électrodes sont presque en contact (2 mm de distance environ pour 60 volts aux bornes);

2° Les parois de la bombe se couvrent d'une poussière impalpable de carbone volatilisé. Dans cette poussière apparaissent quelques points brillants microscopiques qui semblent constitués par du graphite;

3° Le charbon positif en charbon de cornue porte à son extrémité des traces de fusion et de ramollissement très nettes;

4° Le charbon négatif n'a pas subi de fusion; on constate qu'un transport abondant s'est effectué de l'électrode positive à l'électrode négative sur lequelle il s'est déposé sous une forme de graphite.

FORCE MOTRICE

Chaudière à vapeur du système Toboulévitch.

Nous empruntons au *Téo* les détails suivants sur une nouvelle machine à vapeur, imaginée par M. V.-V. Toboulévitch, major général de l'armée russe :

L'invention de M. Toboulévitch consiste essentiellement dans la suppression complète de ce que l'on appelle l'état sphéroïdal du liquide, ce qui permet de construire une chaudière n'ayant pas une alimentation constante. L'eau est injectée dans la chaudière en petites doses déterminées d'après la quantité de vapeur que l'on veut produire; elle tombe sur les parois échauffées et se transforme, sans explosion, en vapeur d'une température déterminée. De là, suppression de tout risque d'explosion. Si l'on cesse d'introduire de l'eau, la chaudière cesse de donner de la vapeur; en même temps, s'arrête une petite pompe amenant du naphte comme combustible au-dessous de la chaudière : le fonctionnement cesse donc automatiquement. Il n'y a à craindre ni explosion ni destruction, sous l'action de la chaleur, d'une partie quelconque du dispositif. Les avantages du nouveau système sont les suivants : poids sensiblement minime de la chaudière, et possibilité d'arrêter ainsi que de reprendre immédiatement le travail. Pour mettre le système en marche, trois minutes suffisent.

Une chaudière de ce type, présentement installée dans la station centrale du « Passage », à Saint-Pétersbourg, y remplace deux chaudières du système Niclausse que l'on employait précédemment; elle présente un encombrement six fois moindre que celui des deux chaudières précitées. Elle donne de la vapeur chauffée à 340° C

à la pression de 15 kg : cm²; elle fonctionne si uniformément que, au régime de la pleine charge, l'aiguille du manomètre demeure immobile.

L'invention du général Toboulévitéh, conclut le *Téo*, est appelée à un grand avenir en raison du poids minime et du peu d'encombrement de la nouvelle chaudière, ainsi que du grand degré de sécurité qu'elle présente. — G.

RADIOTÉLÉGRAPHIE

Réception d'ondes hertziennes par un poste téléphonique.

Dans une communication faite à à la Société française de physique, M. E. Leimer, de Nancy, fait connaître que, se trouvant en communication téléphonique vers 10,41 heures du matin, il a nettement entendu la dépêche précédant l'annonce de l'heure de la tour Eiffel et en même temps le son aigu du poste musical de Norddeich. De 10,44 heures à 10,49 heures, il lui a été parfaitement possible de recevoir dans son récepteur de combiné d'Etat (220 ohms) les *t*, *d* et 6 des trois annonces de l'heure.

La ligne téléphonique, qui servait à cette observation inattendue, est dans sa partie aérienne, longue de 4500 m; elle termine au « Central » par un câble souterrain et multiple de 1000 m de longueur. Son poste est relié avec le « Central » par un autre câble souterrain de 500 m et une ligne aérienne de 210 m.

La force de réception était identique à celle qu'on obtient avec antenne spéciale et avec appareil de réception Ducretet.

Ces observations ont été faites à Nancy.

TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

La téléphonie automatique.

La téléphonie automatique, lisons-nous dans l'*Elektrotechnische Anzeiger*, prend actuellement des développements remarquables. Il y a actuellement, aux États-Unis, 131 bureaux téléphoniques centraux automatiques, dont 30 seulement desservent moins de 100 abonnés. Le plus grand réseau automatique est celui de Chicago, qui compte aujourd'hui 30 000 abonnés et qui recrute chaque jour de 75 à 100 nouveaux abonnés : on peut prévoir que ce réseau, prévu pour 200 000 abonnés, atteindra, dans un avenir peu éloigné, l'effectif qu'il est appelé à desservir. A noter que les nombreux Chinois habitant Chicago se font rattacher de préférence au réseau automatique, étant donné qu'ils éprouvent, sur les réseaux à service manuel, de la difficulté à énoncer les numéros des correspondants par eux demandés. On leur donne des disques spéciaux, portant les chiffres ordinaires et les chiffres chinois, pour former les numéros de leurs correspondants, ainsi qu'un annuaire particulier, imprimé spécialement pour eux. Les plus grands réseaux automatiques des États-Unis, après celui de Chicago, sont ceux de : Los Angeles (24 000 abonnés), San Francisco (16 000), Columbus (14 000), Portland (12 000), Grand Rapids (11 000) et Oakland (8000).

Dans l'Europe continentale, on ne rencontre encore qu'un nombre relativement minime de bureaux centraux automatiques. Ces bureaux sont, en Allemagne, ceux de Munich-Schwabing, Hildesheim, Altenburg, Dallgow, Raeren, Dornap, Neudietendorf et Dürrheim; on installe actuellement le service automatique aux bureaux centraux de Posen et de Dresde peur 10 000 et 100 000 abonnés respectivement; toutefois, ces derniers bureaux n'auront d'abord qu'un service semi-automatique aménagé pour 4000 et 17 000 abonnés respectivement.

En Autriche, on trouve des bureaux automatiques à Gratz et à Cracovie; à Vienne, on se propose d'aménager un bureau semi-automatique.

La Hollande possède un bureau semi-automatique, celui d'Amsterdam.

L'Angleterre installe actuellement deux réseaux automatiques à Epsom et à Caterham, à titre d'essai. Du résultat fourni par ces deux installations dépend la question de savoir si et dans quelle mesure l'administration anglaise adoptera le système automatique. — G.

Utilisation de l'eau comme prise de terre des circuits téléphoniques.

Suivant l'*Electrical Review and Western Electrician*, dans un poste d'abonné au téléphone dont la ligne ne comportait qu'un seul fil se prolongeant jusque dans un cours d'eau sans toucher la terre, on a constaté que la transmission devenait mauvaise ou même cessait entièrement lorsque l'eau était salie par les détritus d'une carrière de pierre située à proximité. Aussitôt que le travail cessait dans ladite carrière et que l'eau s'était clarifiée, les signaux de sonnerie et la parole parvenaient irréprochables. D'autre part, sur une ligne téléphonique rattachée au tuyau en fer d'une pompe, la parole parvenait parfaitement dès qu'on utilisait ce tuyau pour obtenir de l'eau; mais dès que le liquide, dans ce tuyau, se trouvait à l'état de repos, la communication devenait impossible. — G.

TRANSFORMATEURS

Un redresseur de courant en forme de grille.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* donne la description et la figure ci-après d'un redresseur de courant, en forme de grille (fig. 198), construit par

la maison C. Schniewindt, de Neuenrad (Westphalie).

Il s'agit d'un ensemble d'augets de décomposition en aluminium et en fils de fer qui présente cette particularité que, plongé dans un électrolyte convenable (du bicarbonate de sodium), il ne laisse

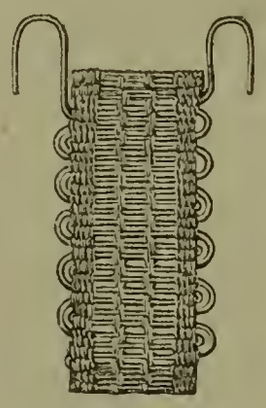


Fig 198.

passer du courant continu (jusqu'à 100 volts de tension) que si le pôle positif se trouve relié à l'électrode en fer. Quand on introduit les augets en question dans un circuit à courant alternatif, il arrive que les seules impulsions de courant passent pour lesquelles les fils de fer forment les électrodes positives. Par suite, le circuit extérieur ne livre passage qu'à des courants redressés présentant la moitié de l'intensité de régime. Pourtant, il est parfaitement possible d'employer dans le circuit extérieur, comme redressées, les impulsions de courant opposées. A cet effet, il suffit d'utiliser le montage Grätz (fig. 199), où les traits courts représentent les électrodes en alu-

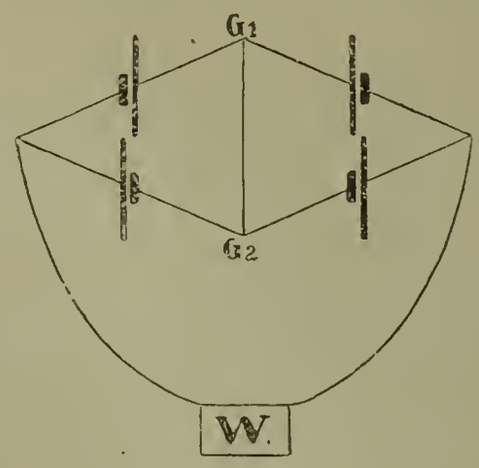


Fig 199

minium et les traits longs, les électrodes en fer. Si W est une source de courant alternatif, on obtient entre C_1 et C_2 un courant redressé avec au moins 75 0/0 d'effet utile, étant donné que l'échauffement de l'électrolyte occasionne quelques pertes. Le redresseur en question s'emploie avantageusement, non seulement pour transformer le courant alternatif en courant continu, mais encore comme dispositif d'arrêt dans la charge des accumulateurs, comme condensateur de courant alternatif, etc. — G.

Bibliographie

L'électricité à l'Exposition de 1910, par J-A. Montpellier, rédacteur en chef de *l'Electricien*. 1 vol. gr. in-4° de 152 pages avec 270 figures. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris 1912. Prix, broché : 15 francs.

Cette revue, si bien documentée de l'Electricité à l'Exposition de Bruxelles, est publiée par le journal *La Technique moderne* que dirige avec tant de compétence M. Bourrey. Ce journal a de même publié en volumes similaires :

Les mines à l'Exposition de Bruxelles, la mécanique, le matériel des chemins de fer, la métallurgie à cette Exposition.

Ces cinq volumes, en y comprenant celui que nous présentons, constituent un magnifique recueil de tout ce que présentait d'intéressant l'Exposition de Bruxelles, relativement à ces diverses branches de l'industrie.

M. Montpellier a réuni et classé ses documents en suivant exactement la méthode si appréciée dans l'*Electricité à l'Exposition de 1900* et l'*Electricité à l'Exposition de Liège*. Cette similitude de classement permet au lecteur de comparer rapidement les états de l'industrie dans ces belles manifestations successives. A dix ans d'intervalle, on constate l'abandon presque complet des groupes électrogènes actionnés par machines à vapeur à piston et qui excitaient l'admiration en 1900. Les turbo-dynamos les ont supplantés dans toutes le grandes stations centrales.

Sans pouvoir analyser ici en détail le grand labeur de notre rédacteur en chef, nous ne pouvons omettre de signaler qu'un des plus grands succès de l'Exposition à été le poste de télégraphie sans fil, reliant pour la première fois Paris à Bruxelles par les ondes hertziennes. Le public l'a bien montré en se pressant en foule pour visiter cette installation et en présentant à la transmission plus de 2500 radiotélégrammes. Et cependant, sans l'activité déployée par M. E. Sartiaux, et l'on pourrait dire aussi sans son obstination, cette belle manifestation de télécommunication échouait, complètement.

Evidemment, dans des Expositions aussi peu distantes, on retrouve dans les plus récentes bien des machines et appareils déjà vus dans les précédentes. Pour éviter les redites, M. Montpellier ne leur consacre qu'une description sommaire en ayant soin d'indiquer toutefois les perfectionnements et améliorations apportés. La plus grande partie du cadre disponible et des figures sont donc relatifs aux machines et appareils nouveaux.

Aussi, ne faut-il pas considérer isolément ce travail, malgré son importance, c'est une *suite* à l'*Electricité* aux précédentes Expositions.

M. Aliamet.

-oo-

La télégraphie sans fil, la télémécanique et la téléphonie sans fil à la portée de tout le monde, par E. Monier, ingénieur. Préface du docteur Branly, membre de l'Institut. H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris 1912. Prix, broché : 2 fr. 50.

Cette sixième édition de l'ouvrage de vulgarisation de M. Monier en confirme le succès antérieur, parfaitement justifié d'autre part. Ce succès profite évidemment au lecteur, car il permet à l'auteur de compléter la documentation de son livre, au fur et à mesure des découvertes et des applications nouvelles.

C'est ainsi que cette sixième édition traite de la télégraphie sans fil par étincelles musicales, de la direction des ondes électriques et des phares hertziers dont les signaux percent les brouillards et procurent une sécurité de navigation que l'on n'aurait jamais osé espérer.

Un chapitre spécial est consacré à décrire les installations définitives de la Tour Eiffel dont les ondes musicales parviennent aisément en Afrique centrale et au Canada.

En terminant, M. Monier, expose le principe de la télévision, considéré comme impossible hier et qui demain sera réalisé à n'en pas douter.

Heureuse suite de carrière à cet intéressant volume, dont les moins initiés peuvent comprendre les explications; tel est notre souhait en attendant la septième édition.

M. Aliamet.

-oo-

Prüfungen in elektrischen Zentralen. I. Teil, zweite verbesserte Auflage. Prüfungen von Anlagen mit Dampfmaschinen-und Verbrennungskraftmaschinenbetrieb mit flüssigem und gasförmigem Brennstoff. *(Essais dans les stations centrales. 1re partie, 2e édition augmentée. Essais des installations pourvues de machines à vapeur et de machines thermiques à combustion intérieure qui utilisent des combustibles liquides et gazeux)*, par L.-W. Lehmann-Richter. Un volume format 220 × 145 mm de XVIII-592 pages, avec 197 figures et 4 tables. Prix, broché : 20 mark. (Brunswick, Frédéric Vieweg et fils, éditeurs, 1912.

La nouvelle édition ci-dessus, mise à jour, enregistre les derniers progrès réalisés en matière d'utilisation de la vapeur d'échappement dans les machines à vapeur et sur les turbines, en matière de moteurs à gaz de grande puissance, de machines thermiques à combustion intérieure et de pompes. Elle a reçu, en outre, des compléments importants pour le praticien grâce à l'addition des informations utiles sur les conduites à haute pression et les accessoires des chaudières, machines et moteurs employés dans les exploitations agricoles, sur les transmissions mécaniques, électriques, hydrauliques, etc., de l'énergie et sur leurs pertes. Plus loin, l'auteur a parlé brièvement des installations modernes de radioscopie, d'ozonisation et de blanchiment que l'on rencontre aujourd'hui, annexées aux stations centrales; puis il a consacré un chapitre étendu aux diverses constructions des lampes à arc, au réglage, à l'éclairage, particulièrement à l'éclairage indiqué de ces lampes. Chaque chapitre contient, en préambule, une partie descriptive et théorique.

L'ouvrage de M. Lehmann-Richter a pris, dans un certain sens, en élargissant ainsi son cadre, le caractère d'un traité complet. Grâce aux nombreuses informations diverses qu'il fournit en matière de machines et de questions électrotechniques, il peut être avantageusement consulté non seulement par les élèves déjà avancés des hautes écoles et les ingénieurs praticiens, mais encore par des cercles plus étendus, notamment par les autorités municipales, les architectes, les constructeurs, les ingénieurs, les agronomes, les médecins et les grands industriels.

Correspondance.

Anvers, le 29 mai 1912.

*A Monsieur J.-A. Montpellier, Rédacteur en chef de l'*Electricien, *à Paris, 130, rue Lecourbe, XVe.*

« Monsieur le Rédacteur en chef,

« Ayant lu précédemment dans votre Revue un extrait relatif à des essais qui auraient été effectués sur l'influence de l'électricité sur la croissance humaine (page 237 du tome XLI, nº 1059 du 15 avril 1911), je m'étais adressé à ce sujet, qui m'intéressait, à M. le professeur *Svante Arrhenius* à qui ces essais étaient attribués, la réponse fut absolument négative.

« Voyant que votre Revue, dans son numéro du 25 mai courant, rend compte de nouveaux détails donnés sur cette question par la *Zeitschrift für Schwachstromtechnik*, je ne puis m'empêcher de vous communiquer cette réponse.

« Agréez, Monsieur le Rédacteur en chef, l'expression de ma considération distinguée.

« A. Ver Eecke. »

Voici la lettre de M. Svante Arrhenius :

Stockholm, le 15 décembre 1911.

« Monsieur,

« Je n'ai pas lu moi-même l'article publié dans l'*Electricien*, mais je crois bien comprendre qu'il s'agit d'une communication venant d'Amérique, d'après laquelle j'aurais fait des expériences sur l'influence de courants ou tensions électriques sur la santé et l'intelligence d'écoliers.

« Rien de cela n'est vrai et je n'ai pas écrit sur cette question. Il m'est donc impossible de satisfaire à votre demande.

« Agréez, Monsieur le Capitaine, l'expression de ma parfaite considération.

« Svante Arrhenius. »

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

Nouveaux Appareils de télégraphie Morse automatique.

Le système télégraphique Morse, avec les innombrables perfectionnements qui y ont été apportés, fournit, sans nul doute, l'un des plus beaux exemples de la multiplicité des applications que l'on peut réaliser d'un principe élémentaire.

Quoi de plus simple, en effet, que l'idée originale de Morse de différencier les émissions de courant d'après leur longueur, puis deux longueurs bien définies arrêtées (l'émission courte ou point, et l'émission longue ou trait) que de combiner les signaux distincts en groupes caractérisant chaque lettre ?

Et, cependant, voyez quelles applications remarquables cette idée presque enfantine a engendrées : aujourd'hui encore, le système Morse, dans sa forme originale ou dans l'une ou l'autre des modifications qu'il a reçues, reste le procédé le plus généralement employé.

C'est le procédé de communication à distance le plus pratique, parce qu'il met les opérateurs en quelque sorte directement en communication l'un avec l'autre, en présence, pourrait-on dire, les laissant entièrement maîtres de l'écoulement de leur travail.

La différence des signaux, d'après leur longueur est aussi la base de méthodes de travail remarquables par leur rapidité — comme celle du Wheastone, de l'ondulateur (1) du Delany (2); — par leur souplesse — comme le travail auditif, par parleur ou sounder, ou le procédé mixte Bogni (3) — et d'une façon générale par leur adaptation aux conditions de travail les plus variés.

D'importants perfectionnements imaginés en ces dernières années ont d'ailleurs étendu encore la zone d'applications des méthodes diverses du Morse; il en est ainsi, par exemple, du Bogni, permettant de travailler de deux façons distinctes avec un même appareil et de réaliser à peu de frais une augmentation sensible de rendement; du Delany, fournissant très simplement des vitesses de transmissions extraordinaires, du Creed (1) et du Kotyra exécutant mécaniquement différentes opérations accessoires autrefois effectuées à la main dans le système Wheastone, etc.

On peut aussi en appliquer le principe à la constitution d'appareils imprimeurs et, tout récemment, on a réalisé en Allemagne, un système qui permet de tirer parti simultanément des avantages de rapidité de la transmission automatique et de la souplesse du Morse simple.

C'est de ce système que nous croyons devoir donner ci-après la description, à raison de l'intérêt qu'il paraît présenter par le fait du lien qu'il établit entre deux variantes restées jusqu'ici isolées l'une de l'autre et du facteur nouveau qu'il apporte ainsi dans la solution des questions se rattachant à l'organisation des services télégraphiques.

Comme on le sait, les appareils récepteurs généralement employés dans la télégraphie Morse, traduisent les émissions en signaux accoustiques (parleur, sounder), en signaux enregistrés sous forme de points ou de trait (Morse ordinaire) ou en traits sinueux (ondulateur).

Lorsque des télégrammes ainsi reçus dans un bureau doivent être réexpédiés à un autre, il faut qu'un employé procède à une nouvelle transmission manuelle, d'où résultent des pertes de temps et une grande dépense de main-d'œuvre.

Dans le système de transmission directe, c'est-à-dire d'acheminement direct du télégramme déposé, du bureau qui l'a accepté au bureau de destination, on cherche à éviter ces inconvénients en supprimant les opérations accessoires; mais cette méthode dont de petits pays, comme la Belgique, peuvent tirer grand parti, est moins facilement applicable et moins avantageuse, d'ailleurs, pour les réseaux qui ont une grande étendue.

Le système dont nous nous occupons a essentiellement pour objet de transformer les signaux électriques reçus en perforations pratiquées dans une bande de papier étroite et pouvant être utilisée directement pour la retransmission.

Comme dans le Wheastone, chaque signal, point ou trait est représenté par deux trous,

(1) J. Martin, « Ondulator, Post Office » (*Electrical Engineer Journal*, janvier 1910, p. 312).

(2) Delany, *the Telepost*, *Journal of the Franklin Institute*.

(3) Procédé Morse Bogni (*Industrie électrique*, 10 novembre 1906, p. 499).

(1) « Creed telegraph apparatus » (*Electrical Review*, Londres, 14 juin 1907, p. 951; 25 septembre 1908, p. 484; 4 décembre 1908, p. 966).

l'un, près du bord supérieur, l'autre, près du bord inférieur de la bande; mais l'appareil perforateur qui, dans le système Wheastone, est formé

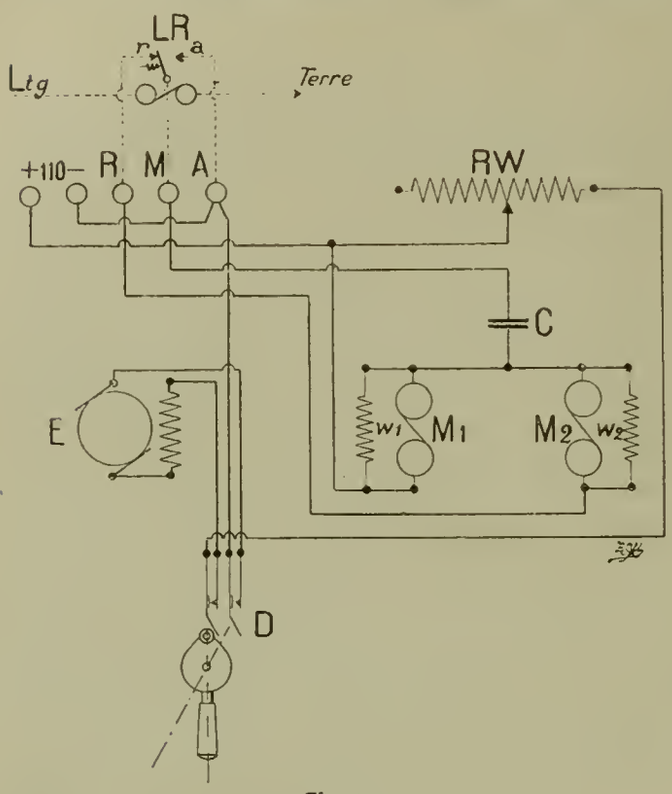


Fig. 200.

de pistons actionnés à la main, se compose simplement de deux électro-aimants, M^1, M^2 (fig. 200), agissant sur deux poinçons.

La bande de papier dans laquelle sont pratiqués les trous, ayant la forme montrée sur la figure 201, est entraînée sous les perforateurs au moyen d'un moteur à vitesse réglable.

L'instrument est contrôlé par un relais de ligne, L R dont les contacts *a* et *r* et l'armature sont reliés aux bornes A R et M.

Aussitôt qu'un courant vient agir dans celui-ci et que l'armature touche le contact *a*, une émission de courant se produit par l'intermédiaire de ce contact *a*, à travers le condensateur C, sur l'électro-aimant M^1; ce courant de charge produit l'excitation dudit électro-aimant M^1 et détermine la perforation d'un trou sur le bord supérieur de la bande.

Lorsque le courant de ligne cesse, l'armature du relais de contact LR est ramenée sur le contact de repos *r* et le condensateur se décharge sur l'électro-aimant M 2, qui, à son tour, pratique un trou du côté inférieur cette fois de la bande.

Les trous du côté supérieur correspondent donc à l'envoi du courant de travail au commencement de l'émission; les trous du côté inférieur, à la fin, à l'interruption, ou à l'envoi du courant de rappel.

Lorsque l'émission qui provoque le fonctionnement de l'appareil est de courte durée, les deux trous se succèdent à un court intervalle l'un de l'autre sur la bande, ils sont d'autant plus écartés que l'émission est plus longue; les points et les traits sont donc différenciés par l'espacement longitudinal *d*, des deux trous élémentaires.

Le déplacement des deux perforateurs est assez rapide pour qu'il ne déchire pas le papier et produise un trou net; le condensateur est précieux à cet égard, parce qu'il permet d'arriver à une grande vitesse de mouvement des tiges et à une grande netteté dans les perforations; il empêche la production d'étincelles notables aux points de contact; le fonctionnement est d'ailleurs encore amélioré à ce dernier point de vue par la présence de la résistance non inductive w^1-w^2 mise en parallèle sur les deux électro-aimants.

Grâce à ces dispositions, l'instrument peut fonctionner à une vitesse de 40 mouvements par seconde, de sorte qu'il est à même de recevoir des signaux transmis automatiquement à raison de 80 à 100 par minute.

Les bandes perforées préparées au moyen de l'appareil récepteur-perforateur peuvent être utilisées soit pour la retransmission du télégramme, soit pour la traduction directe, en caractères ordinaires, lorsqu'il s'agit d'un télégramme à remettre par le bureau même; cette traduction peut s'effectuer à la lecture, mais il est plus simple de faire repasser la bande dans un appareil automatique marchant à petite vitesse et actionnant un récepteur auditif, sous la dictée duquel un employé fait la transcription.

Une autre application de l'appareil perforateur est la confection des bandes destinées à la transmission automatique; pour cette application, on substitue au relais de ligne LR, un manipulateur, en reliant le levier à la borne M, et les contacts *s*, de travail et de repos, respectivement

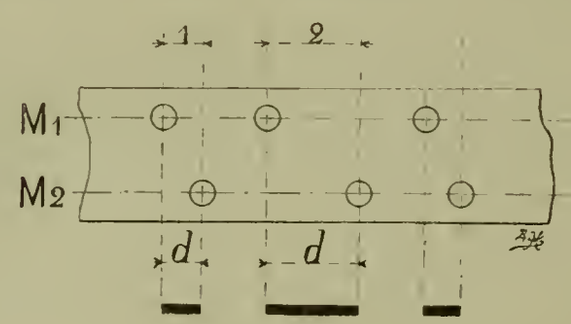


Fig. 201.

aux bornes A et R; un employé quelconque connaissant la manipulation Morse, peut donc préparer les bandes.

Le transmetteur automatique employé pour la traduction des bandes de la retransmission, com-

prend essentiellement deux ressorts plats F 1 et F 2 (fig. 202) terminés par de petits sabots d'acier obliques s_1 et s_2, frottant par dessous contre la bande de papier; lorsque celle-ci, en se déroulant, amène un trou en regard de l'un des sabots, le ressort correspondant se soulève et vient toucher les contacts c_1 et c_2; la bande est entraînée à une vitesse uniforme par des rouleaux

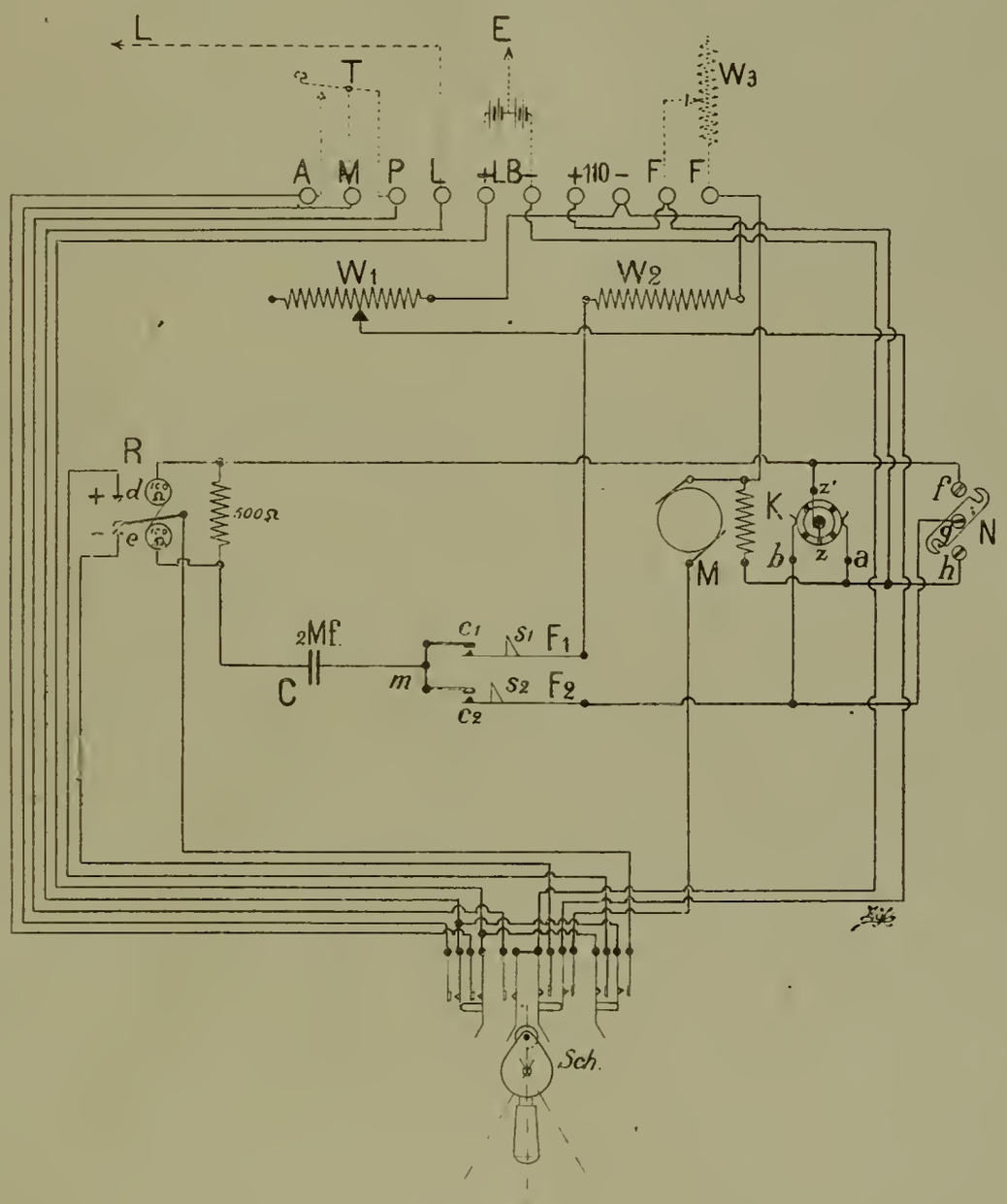


Fig. 202.

qu'actionne un petit moteur électrique M; le moteur est relié au mécanisme par un engrenage d'angle; sa vitesse peut être modifiée soit au moyen d'une résistance série W 1 ou bien au moyen d'un frein mécanique.

Le fonctionnement de l'organe transmetteur se fait ainsi qu'il suit : dès que l'un des ressorts F 1 touche son contact c_1, une émission de courant est envoyée du pôle négatif de la batterie (110 volts) sur la résistance W 2, le ressort F 1, le contact c 1, le condensateur C, les enroulements du relais polarisé R, les bornes f, g et h, court-circuitées par le levier pivotant N et le pôle positif.

Ce courant de charge provoque le déplacement de l'armature du relais polarisé R et la porte du contact de repos c sur le contact de travail d, où elle reste aussi longtemps que le ressort F 2, soulevé à son tour au passage d'un trou de la bande, ne vient pas toucher le contact c 2, correspondant.

Lorsque ceci se produit, le condensateur C se décharge dans le circuit-contact c 2, ressort F 2, borne g, levier N, borne f, relais R; comme ce courant de décharge est dirigé en sens inverse du courant de charge, l'armature du relais R, est ramenée de la position de travail d dans la position de repos, contre le contact c.

Le passage d'un trou supérieur de la bande correspond donc au commencement de l'émission et le passage d'un trou inférieur à la fin, de

sorte que les signaux primitifs sont fidèlement rendus.

La ligne et les batteries sont reliées aux bornes L et IB; celles-ci sont reliées soit à l'armature et aux contacts *d* et *c* du relais R, soit aux bornes M, A, R, selon que le commutateur se trouve dans l'une ou l'autre position.

Le mécanisme K constitué par les balais *a*, *b* et *z* et le groupe de secteurs *z* n'intervient que dans les conditions normales de travail, étant shunté par la lame N sur les contacts *f*, *g*, *h*. Ce dispositif a pour objet de rendre l'appareil utilisable avec des bandes de Wheastone et de produire un avancement de cette bande convenablement cadencé avec celui des balais de transmission, précaution indispensable en l'occurence par suite de la grande vitesse de marche qu'il faut alors adopter et du rapprochement des trous de ces bandes (1).

Une autre modification doit encore être apportée à l'appareil pour rendre les bandes utilisables : elle consiste à substituer aux rouleaux d'entraînement des bandes ordinaires, une roue dentée et un cylindre à rainure médiane; les bandes Wheastone ayant, en effet, une ligne de trous pour l'entraînement; cette appropriation se fait sans difficulté.

L'outillage reste simple et robuste et il peut être confié au personnel ordinaire, fût-il modérément expérimenté, de sorte qu'à tous les égards le système paraît devoir retenir l'attention.

HENRY.

Lutte contre la grêle et électricité atmosphérique.

Des journalistes, qui savent tout, écrivent de temps à autre à peu près ceci : « Les météorologistes devraient bien reconnaître une fois pour toutes qu'ils ne savent rien. » Comme tous les savants, les météorologistes essaient de tirer des déductions pratiques des connaissances scientiques acquises; malheurcusement, les inconnues sont ici bien plus nombreuses que les faits acquis, en sorte que, bien souvent, les règles que l'on pose ne sont rien moins que certaines.

Est-ce une raison pour renoncer à parler de la météorologie au grand public, nous ne le pensons pas, mais, si l'on veut l'intéresser, il faudra pourtant lui parler de résultats pratiques, l'inciter à chercher une application à ces résultats. Ainsi a-t-on fait dans ces derniers temps en ce qui concerne, par exemple, la lutte contre la grêle; dans diverses régions françaises et italiennes (régions viticoles surtout), le tir au canon est employé pour dissiper les orages de grêle; les résultats accusés par les intéressés ne semblent guère concordants; ce qui est incontestable en tout cas, c'est que le tir a une action sur les nuages à grêle, peut-être cette action n'a-t-elle pas été déterminée à ce jour avec toute l'exactitude désirable.

Mais il existe un autre moyen de lutte contre la grêle, moyen que nous avons déjà signalé dans un précédent article et qui consiste simplement à chercher à capter l'électricité atmosphérique. Ce procédé est bien loin d'être nouveau, il a été essayé chez nous de 1821 à 1826, nous allons dire quelques mots de ces essais.

D'après Lapostolle, le promoteur du système : « La grêle est le résultat de la conversion d'un nuage orageux en glace; le véritable moyen d'éviter ses ravages, c'est d'empêcher les nuages orageux de se former. » En ce qui concerne la mise en pratique de ses procédés, Lapostolle estime que les paragrêles doivent être établis par la collectivité (état ou municipalité) quitte à prélever ensuite sur les intéressés une taxe spéciale. Il est évident, en effet, que la protection contre la grêle ne peut être appliquée qu'à une région assez étendue, appartenant bien rarement (du moins en France) à un seul propriétaire. Cependant, actuellement, les intéressés peuvent facilement se grouper et obliger une minorité récalcitrante à participer à l'opération, mais les lois qui permettent cela datent de 1865 et 1888 et il n'existait rien d'analogue au moment où Lapostolle écrivait. Pour notre part, nous voudrions voir l'Etat intervenir, non plus pour imposer la protection contre la grêle aux particuliers, mais simplement en appliquant le procédé sur ses domaines, il en existe d'assez grands. Toutes les fois qu'un procédé, si bien conçu soit-il, passe du domaine de la théorie dans celui de la pratique on a à compter avec de nombreux aléas qui peuvent décourager les simples particuliers ou leur être trop onéreux. Et s'il arrive qu'un vice de

(1) *E. Ehrhardt Neuerungen auf dem gebiete der automatischen Morse telegraphie Elektrotechnische Zeitschrift*, n° 37, 1911.

l'opération ait pour effet, au lieu d'éloigner le désastre, de l'attirer, le procédé est irrémédiablement condamné aux yeux de ceux qui l'ont employé jusqu'alors et ont fait des frais pour l'établir (nous verrons plus loin que c'est ce qui est arrivé pour le cas qui nous occupe). Il y a, somme toute, une mise au point qui intéresse la collectivité et dont les frais doivent être supportés par elle.

Quoi qu'il en soit, les premiers paragrêles du système de Lapostolle ont été établis, en 1821, dans les Hautes-Pyrénées; ils intéressaient une surface de 3000 hectares particulièrement exposée aux ravages de la grêle. L'année même (les appareils avaient établis en mars) et les suivantes, les régions protégées ne sont que peu ou pas atteintes par la grêle, tandis que les pays voisins sont ravagés. Et dans la région protégée, ne reçoivent des grêlons que les parties externes, toute la partie centrale est absolument indemne.

A la suite des rapports concernant ces premiers essais, on s'empresse d'établir des paragrêles en Italie, en diverses régions françaises, aux États-Unis, en Suisse et en Allemagne. Toutes ces installations disparaissent, semble-t-il, au bout de quelques années; mais, pendant cette courte période, on a le temps de faire quelques observations très intéressantes. Au pied des Apennins, sur la terre de Massa-Lombarda, les métayers observent que des orages se séparent en deux, dès qu'ils approchent de l'espace armé de paragrêles. Dans la même région italienne, on observe aussi la confirmation des faits précédemment rapportés. La grêle tombant avec abondance sur les champs voisins de la région protégée, celle-ci reçoit seulement quelques grêlons sur son pourtour et, sur les parties plus centrales, tombent, non plus des grêlons, mais des flocons de neige. La même année (1824), on observe un fait semblable dans un vignoble protégé de la région lyonnaise.

Mais, en 1826, en Suisse, dans le canton de Vaud, la grêle dévaste les contrées munies de paragrêles, épargnant les autres. Il est vrai que ces paragrêles n'avaient pas été construits d'après les données de Lapostolle, ce dernier avait même très nettement protesté contre les changements apportés à ses appareils.

Quoi qu'il en soit, les paragrêles avaient été fortement discutés dès leur apparition (quelle découverte scientifique ne l'a pas été)? et même, dans le *Drapeau blanc* du 6 août 1825, un journaliste n'hésite pas à traiter l'invention d'absurde. Tout cela, joint à l'échec précité, empêche absolument ceux qui proposaient l'établissement de nouveaux paragrêles d'aboutir et le procédé finit par tomber dans l'oubli.

Mais on en a repris tout dernièrement le principe. Les appareils de M. de Beauchamp, employés avec succès depuis plusieurs années, comprennent : dans la terre, et en contact avec une nappe d'eau courante, un diffuseur formé de plusieurs branches en ruban de cuivre électrolytique non écroui, argenté, à large surface; et en un point élevé un autre diffuseur appelé Niagara par l'inventeur, et consistant en nombreuses pointes en cuivre doré inaltérable, pointant dans toutes les directions (à peu près comme les feuilles d'un pied d'aloès ou de yucca); les deux diffuseurs sont reliés par un ruban de cuivre étamé, pour lequel on évite les coudes brusques.

Quatre postes ainsi établis, fonctionnant depuis quelques années, et éloignés d'à peu près dix kilomètres, constituent une sorte de barrage électrique, lequel, jusqu'alors, semble très efficace. Même si l'on éprouvait quelques mécomptes, nous souhaiterions que l'expérience soit continuée, voire reprise ailleurs, par exemple, dans une région de pâturage, là où la grêle n'inquiète guère les cultivateurs. En tout cas, il ne peut être question, pour le moment, de cette éventualité, les paragrêles actuels sont présentement plutôt en faveur, et l'on se propose d'en établir un peu partout.

Quelle est la part de l'électricité atmosphérique dans la formation des grêlons et, par voie de conséquence, dans les dégâts occasionnés par la chute de la grêle? Nous n'entreprendrons pas de résoudre ce problème, lequel présente encore, il ne faut pas se le dissimuler, beaucoup plus d'inconnues que de points élucidés. Le cas échéant, il n'y aurait là que l'un des nombreux méfaits de l'électricité atmosphérique, laquelle, en dehors d'un certain nombre de personnes tuées, nous occasionne chaque année des pertes matérielles assez importantes (nombreux bestiaux foudroyés, bâtiments incendiés ou simplement détériorés, nombreux arbres, peupliers surtout, frappés par la foudre, et rendus à peu près inutilisables de ce fait).

En dehors de tout cela, l'électricité atmosphéripue exerce une action néfaste sur une foule d'actes de la vie journalière, par exemple sur la conservation des denrées alimentaires, viande surtout, laquelle conservation devient des plus aléatoire au cours des orages.

L'électricité atmosphérique a aussi une très grande influence sur les êtres vivants, et notamment sur les abeilles, qu'il n'est pas prudent d'approcher par les temps d'orage, sans compter

que leur piqûre passe pour être alors plus dangereuse que d'ordinaire. Mais, plus encore que les apiculteurs, les aviculteurs se plaignent des orages, ceux-ci exerçant une influence particulièrement néfaste sur les couvées; aux approches d'un orage les poussins, près d'éclore, et ayant jusqu'alors évolué normalement, sont bien souvent tués, sinon tous, au moins presque tous.

Bien que les observations relatives à ces accidents soient quelque peu discordantes, on peut en tirer néanmoins, sinon des conclusions formelles, au moins des essais de conclusions.

Des couvées placées : soit simplement dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire sur un lit de paille dans un grenier, soit sur un nid de paille placé dans une vieille chaudière de fonte, soit encore dans une corbeille directement sur le sol, fournirent bien plus de poussins tués avant l'éclosion dans les deux derniers cas (où l'on avait pensé mettre la couvée à l'abri) que dans le premier. Cependant de nombreux aviculteurs prétendent que le fait, soit de mettre une moitié de fer à cheval dans un nid, soit encore de placer ce nid à terre, assure la préservation des couvées contre les mauvais effets de l'électricité atmosphérique.

Dans une autre série de constatations, l'immunité aussi complète que possible a été obtenue avec les œufs contenus dans un nid de paille déposé, cette fois, sur un sol humide, donc bon conducteur. Cependant, l'on avait trouvé quelques œufs cassés à la suite de quelques forts coups de tonnerre.

De là à attribuer exclusivement à la commotion l'effet nuisible, il n'y avait qu'un pas. Et diverses observations vinrent appuyer cette hypothèse. Par exemple, des œufs d'oie ayant été mis à couver auprès d'un endroit où des bûcherons fendaient du bois, bien que ces œufs aient été couvés normalement, aucun d'eux ne vint à éclosion, l'on prit soin de casser tous les œufs, et l'on s'aperçut que les oisons étaient formés et étaient morts dans leur coquille. Des œufs de poule ayant été mis à couver dans le voisinage d'un atelier de batteurs en grange, le même résultat fut observé.

Il est à remarquer d'ailleurs que, dès lors que la poule a le choix, elle évite de faire son nid dans tous les endroits exposés aux trépidations, près du passage des voitures, par exemple.

Sans entrer dans de plus amples détails, il semble que l'on doive proposer le dispositif suivant, à placer en un endroit non exposé aux commotions : le nid est mis sur un plancher isolant, fait de bois bien sec et séparé du sol humide, par un lit de pierres, par exemple; le tout est placé sous un treillage métallique en forme de cloche, à mailles mesurant 4 à 5 mm de côté. Cette cloche doit être, elle, en contact avec le sol humide, ou au moins être reliée avec lui par un ou plusieurs fils bons conducteurs. Une partie du treillage peut être disposée en forme de porte, mais cette porte doit rester normalement fermée, on ne l'ouvre que lorsque l'on veut donner des soins à la couvée.

Ch. Groud.

L'Isolation en électrotechnique.

(Suite) (1).

Il y a un problème pratique qui se pose à propos de l'emploi des condensateurs et qui est tout à fait analogue à celui qui concerne les générateurs électriques, les piles, les résistances ou appareils d'utilisation : c'est la question du couplage. L'industrie fournit des condensateurs qui ont des dimensions et, par suite, des capacités déterminées et qu'on ne peut soumettre à une tension ou différence de potentiel dépassant une certaine limite fixée à la construction. Or, le plus souvent, on ne trouve pas de condensateur tout construit dont la capacité et la tension-limite correspondent aux besoins du moment. On tourne la difficulté en employant un nombre suffisant de condensateurs et les groupant convenablement. Si on a besoin d'accumuler de grandes quantités d'électricité sous une tension assez basse, on fait le montage dit en quantité, parallèle, surface ou dérivation : on réunit toutes les armatures semblables des condensateurs individuels à un même pôle de la source et toutes les autres armatures à l'autre pôle. De la sorte, chaque condensateur

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1109, 30 mars 1912, p. 197; n° 1115, 27 avril 1912, p. 261, et n° 1121, 22 juin 1912, p. 393.

est soumis à la différence de potentiel totale de la source et il prend la charge indépendamment de l'ensemble. Cette disposition est comparable à celle d'une distribution hydraulique dans laquelle une conduite maîtresse alimente indépendamment les robinets d'abonnés.

Il est clair que, dans ce cas, l'ensemble des condensateurs équivaut à un condensateur unique dont la capacité serait la somme des capacités des condensateurs individuels.

Il peut aussi arriver que la source produise

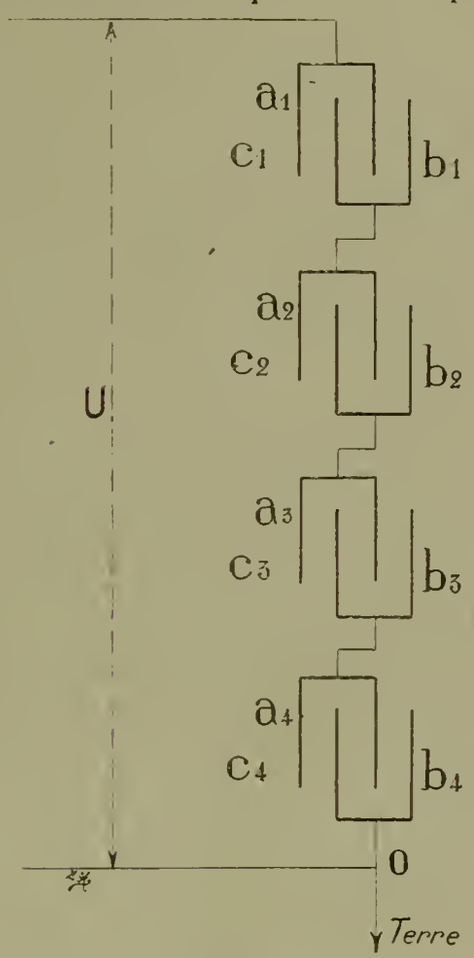


Fig. 203.

une différence de potentiel très supérieure à celle que peuvent supporter les condensateurs dont on dispose. On réalise dans ce cas le montage dit en tension, cascade ou série. On forme avec les condensateurs une sorte de chaîne aux extrémités de laquelle on établit la différence de potentiel de la source. Par exemple, supposons qu'il y ait 4 condensateurs (fig. 203); on relie au pôle positif de la source l'armature externe a_1 du premier condensateur de capacité c_1; l'armature interne b_1 de ce condensateur à l'armature externe a_2 du condensateur de capacité c_2; l'armature interne b_2 à l'armature externe du troisième condensateur de capacité c_3; l'armature b_3 à l'armature a_4 du condensateur de capacité c_4. Enfin l'armature a_4 au second pôle de la source et en même temps à la terre, de sorte que le potentiel en ce dernier point est zéro.

L'armature a_1 du premier condensateur est au potentiel U de la source. Les armatures b_1 et a_1, reliées métalliquement, sont à un même potentiel U_2; de même b_2 et a_3 sont à un potentiel U_3; b_3 et a_4, à un potentiel U_4; et b_4 au potentiel zéro.

L'armature a_1 prend une certaine charge positive, q, par exemple, tandis que l'armature b_1 prend par induction électrostatique une charge négative q', qui est précisément égale à q, puisque les deux armatures se faisant exactement vis-à-vis, tous les tubes de force issus de a_1 viennent aboutir sur b_1. D'autre part, b_1 et a_2, métalliquement reliés, forment un seul conducteur sur lequel la charge totale développée par induction doit rester nulle, ce qui exige que sur l'armature a_2 il se développe une charge positive encore égale à q, en sorte que la charge positive sur a_2, et la négative sur b_1 aient une somme nulle. Poursuivant le raisonnement, on reconnaît que tous les condensateurs, — *bien que de capacités inégales,* — prennent tous la même charge q. L'inégalité des capacités se fait alors sentir sur les différences de potentiel aux bornes de chacun d'eux; ces différences sont inégales si les capacités sont inégales.

Pour chaque condensateur, la charge est égale au produit de la capacité par la différence de potentiel aux bornes.

Le premier condensateur, capacité c_1, a aux bornes une différence de potentiel $U_1 - U_2$, ou $U - U_2$, puisque U_1 est U.

Il prend alors une charge

$$q = c_1(U - U_2).$$

Le second condensateur, capacité c_2, a, aux bornes, une différence de potentiel $U_2 - U_3$, et comme il prend la même charge q, on a

$$q = c_2(U_2 - U_3).$$

Les deux autres condensateurs donnent de façon analogue

$$q = c_3(U_3 - U_4)$$
$$q = c_4(U_4 - 0)$$

Dans ces expressions, au lieu de multiplier les différences de potentiel par $c_1\ c_2\ c_3\ c_4$, il revient au même de diviser par les inverses

$$\frac{1}{c_1}\ \frac{1}{c_2}\ \frac{1}{c_3}\ \frac{1}{c_4}$$

ce qui permet d'écrire les expressions ci-dessous sous la forme suivante

$$q = \frac{U - U_2}{\frac{1}{c_1}} = \frac{U_2 - U_3}{\frac{1}{c_2}} = \frac{U_3 - U_4}{\frac{1}{c_3}} = \frac{O_4 - 0}{\frac{1}{c_4}}.$$

Il résulte du montage adopté que les potentiels U_1 ou U, U_2, U_3, U_4 vont en décroissant de U à zéro; les différences de potentiel $U - U_2$, $U_2 - U_3$, $U_4 - U_3$, sont donc toutes des nombres essentiellement positifs. Comme il en est de même des capacités, les fractions ci-dessus peuvent être considérées comme des fractions arithmétiques. Or, on apprend en arithmétique que si on forme une fraction ayant pour numérateur la somme des fractions égales ci-dessus, et pour dénominateur la somme de leurs dénominateurs, la nouvelle fraction est égale aux premières.

q étant la valeur commune des quatre fonctions égales ci-dessus, nous aurons

$$q = \frac{(U - U_2) + (U_2 - U_3) + (U_3 - U_4) + (U_4 - 0)}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} + \frac{1}{c_4}}$$

U_2, U_3, U_4 ajoutés et retranchés disparaissent et il reste :

$$q = \frac{U}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} + \frac{1}{c_4}} = \frac{1}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} + \frac{1}{c_4}} U.$$

Si on compare cette dernière expression avec la formule fondamentale

$$q = CU$$

on voit qu'on peut appeler capacité réduite de l'ensemble des condensateurs en cascade le coefficient

$$\frac{1}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} + \frac{1}{c_4}}$$

qui est l'inverse de la somme des inverses des capacités.

Il est clair que la démonstration serait la même, quel que pût être le nombre des condensateurs.

Si toutes les capacités c_1, c_2, c_3, c_4..... sont égales, C étant leur valeur commune, on voit que n étant le nombre des condensateurs, on aura au dénominateur n fois le terme $\frac{1}{c}$ et la capacité réduite sera :

$$\frac{1}{\left(\frac{n}{c}\right)}$$

ce qui est la même chose que $\frac{c}{n}$ puisque, pour diviser un nombre par une fraction, il suffit de multiplier par la fraction renversée.

Ainsi n condensateurs égaux montés en cascade forment un système dont la capacité est n fois plus petite que la capacité d'un des n condensateurs. Mais cette disposition a l'avantage de permettre de brancher sur une différence de potentiel donnée des condensateurs qui, individuellement, ne pourraient supporter cette différence de potentiel.

On applique ces propriétés dans la construction des condensateurs industriels. On les compose d'éléments de dimensions commodes qu'on groupe suivant l'un ou l'autre des modes que nous venons d'indiquer, souvent même suivant une combinaison des deux.

Nous avons, jusqu'ici, considéré les condensateurs et la condensation électrique sous un aspect particulier, l'accumulation des charges électriques. Il y en a un autre : la technique doit, en certains cas, regarder la condensation comme un phénomène parasite contre lequel il lui faut se prémunir. Tout conducteur maintenu à un certain potentiel et séparé de corps métalliques ou de la terre par un isolant, constitue en effet un condensateur plus ou moins parfait et qui en possède toutes les propriétés : par exemple, les câbles télégraphiques, les câbles armés à un ou plusieurs conducteurs pour haute tension. Les capacités ainsi formées arrivent à être assez importantes en raison de la grande longueur des circuits et introduisent des perturbations qui ne peuvent être négligées, surtout dans l'hypothèse de plus en plus fréquente où il s'agit de courants alternatifs.

Nous examinerons maintenant les condensateurs au point de vue physique.

Ch. Vallet.

(A suivre).

Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

ACCUMULATEURS

Le nouvel accumulateur Edison.

Nous empruntons au *Times Engineering Supplement* l'information suivante sur le nouvel accumulateur Edison :

On a souvent parlé de la batterie d'accumulateurs de grande capacité et de poids relativement minime à laquelle M. Edison et d'autres encore ont depuis longtemps essayé de donner une forme pratique. Les expériences étendues effectuées à cet effet ont abouti à la construction d'une batterie alcaline fer-nickel qui semble offrir une solution du problème. Ce type de batterie remonte à au moins 1893. Les difficultés que l'on a rencontrées pour réaliser, avec les matières ci-dessus, un accumulateur pratique, étaient surtout dues à la nécessité de donner la solidité mécanique sufffisante aux plaques négatives et positives appelées à supporter des charges et décharges très fortes par unité de poids. On peut aujourd'hui se procurer deux batteries de l'espèce : celle du système Edison et celle du système Gouin. D'après des essais comparatifs énoncés dans un mémoire que M. J.-A. Montpellier a lu au récent congrès de Turin, la capacité des deux systèmes est respectivement de 25,2 et 26,7 ampères-heure par kg. L'élément Edison est aujourd'hui construit industriellement et l'on en rencontre sur le marché un certain nombre de modèles, y compris des modèles pour la traction, qui se prêtent à de fortes et courtes décharges et qui présentent des capacités de 80, 120, 150 et 300 ampères-heure.

L'électrode positive est une plaque composée de plusieurs petits tubes en acier de nickel portant de nombreuses petites perforations; dans ces tubes on comprime, en couches alternatives, des disques circulaires de nickel et d'hydroxyde de nickel. Les tubes en question sont bourrés au moyen de machines spéciales. La plaque négative est un gril comprenant de nombreuses boîtes rectangulaires en acier de nickel, perforées et bourrées avec de l'oxyde noir et hydraté de fer qui contient des traces de mercure, puis soumises à une pression considérable. Les plaques sont disposées de la manière usuelle et pourvues de séparateurs, puis aménagées dans une solide caisse d'acier au nickel. L'électrolyte est une solution de potasse (21 0/0) renfermant un petit pourcentage de lithine. Pour donner une idée des dimensions, nous dirons que l'élément de 300 ampères-heure mesure, à l'extérieur, 12,33 sur 13 sur 31,41 cm. Le poids du même élément est de 11,3 kg et le taux normal de décharge est de 60 ampères ou un cinquième de la capacité normale. Malheureusement, la tension est faible, normalement de 1,2 volts; mais, d'autre part, la capacité semble augmenter jusqu'à 20 0/0, une fois que l'élément a fonctionné pendant quelque temps. La surcharge, assure-t-on, facilite cette augmentation : aussi on fait subir à chaque élément, avant de lui laisser quitter l'usine, trois séries de surcharge. A l'occasion d'un essai spécial fait voilà quelques jours, on a déchargé des éléments à 150 ampères-heure et pendant de courtes périodes, au régime de 195 ampères. Non seulement une forte décharge n'endommagerait pas les éléments, mais on recommande même un court-circuitage direct comme procurant parfois des avantages.

Un camion du poids d'environ 2 tonnes, un landaulet et une voiture légère de courses, portant des batteries Edison, se trouvent actuellement en service à Londres à titre de démonstration; leur parcours avec une seule charge s'élève à un minimum de 116 km. Aux Etats-Unis, des voitures de tramways pourvues des mêmes batteries semblent desservir avec succès une ligne de 6,5 km; elles font le parcours en 15 minutes en moyenne, et la seule charge que reçoivent les éléments est donnée, durant trois minutes à chaque terminus, par un survolteur. — G.

DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

Les progrès des réseaux de distribution électrique en Ecosse.

Nous avons mentionné déjà dans ces colonnes les progrès réalisés par les grandes installations électriques dans le Royaume-Uni dans le but de desservir les manufactures, ateliers, usines et mines de Yorkshire, du Lancashire et des districts industriels d'Écosse. On devra se rappeler à ce sujet que l'espoir primitif des promoteurs de ces entreprises n'a pas été examiné par suite de la routine des usiniers anglais qui hésitent toujours à substituer une force motrice à une autre. Enfin, on peut constater avec satisfaction qu'après plusieurs années d'expectatives, cet état de choses s'est très grandement amélioré et que les mérites de la commande électrique ont enfin été reconnus par les usiniers et constructeurs anglais.

Un grand nombre d'industries de l'ouest de l'Écosse dépend, pour leur force motrice, de la Compagnie électrique de la vallée de la Clyde qui est l'une des plus puissantes entreprises

d'énergie que le Parlement a autorisé depuis quelques années et dans laquelle est intéressée principalement la Compagnie Westinghouse. L'installation de la Clyde comprend deux stations d'énergie, l'une à Yoker, l'autre à Motherwell; elles ont été construites il y a six ans environ. Le système de production et de distribution adopté est à courant triphasé sous 10 000-11 000 volts entre phases et à la fréquence de 25 périodes; les chaudières sont du type Babcok tubulaire; elles étaient munies de brûleurs Roney actionnés par un moteur à vapeur indépendant de 4 ch. Tout d'abord, on installa deux groupes à turbines Westinghouse-Parsons. A la station de Yoker, le matériel de condensation est du type à surface, mais à Motherwell on a adopté le principe du jet barométrique. A part cela, les deux stations contiennent un matériel identique; depuis que l'on a monté ces deux groupes, de très importantes additions et modifications ont été apportées.

D'abord, on a remarqué que les brûleurs Romy, qui avaient très bonne réputation en Amérique avec le combustible généralement employé, ne pouvaient convenir au charbon écossais. Ils furent donc remplacés par des brûleurs à chaîne actionnés par des moteurs électriques. Ces changements ont été effectués peu à peu et, d'après M. David A. Starr qui a présenté récemment à ce sujet un travail de l'Institution des Ingénieurs électriciens, on a pu réaliser ainsi une grande économie de combustible. Plus tard, afin d'augmenter le rendement du matériel de condensation à Yoker, on a remplacé les pompes de circulation actionnées à la vapeur, par des pompes à moteur installées dans un puits au niveau de la rivière au lieu de les disposer en haut de la ligne de tuyaux, près des condenseurs; il en est résulté une nouvelle réduction dans la consommation du combustible. En outre, on trouva que, à cause des variations de charge et de la petite quantité d'énergie qui était absorbée pendant la nuit et les fins de semaine, il était avantageux d'installer dans chaque station un plus petit groupe générateur qui supporterait les faibles charges. C'est pourquoi Yoker contient un groupe de 600 kw et Motherwell, un de 1000 kw.

De même, on a constaté plus récemment que la charge de jour dépassait la capacité de l'un des alternateurs et comme, en pratique, la puissance des turbines pouvait être de beaucoup plus grande que leur puissance nominale, on décida d'accroître la capacité des alternateurs de 5 0/0 par de nouveaux enroulements. Toutes ces modifications donnèrent, au commencement de 1910, un matériel générateur, à Yoker de 6600 KW et de 7000 KW à Motherwell. Quatre chaudières supplémentaires semblables à celles déjà installées furent montées à Motherwell. A cette époque la charge minimum sur les feeders de Yoker était de 2500 kw et de 4500 kw à Motherwell. Les abonnés prenaient un total de 26 000 ch.

En 1909, une nouvelle ligne de câbles souterrains était élongée entre Ruterglen et Reufrew, qui réunissait entre eux les réseaux de Yoker et de Motherwell et au commencement de 1910 ce câble d'intercommunication fut mis en service et permit de grouper les matériels générateurs des deux stations en parallèle.

Cette disposition donne une économie marquée, car, pendant les périodes de charges légères, on pouvait prendre la distribution à l'une ou à l'autre des deux stations. De plus, comme le courant peut alimenter une zone ou l'autre selon les besoins, les charges peuvent être réglées de manière que les machines des deux stations fonctionnent avec leur meilleur rendement. Au début de 1910, on commanda à la compagnie Westinghouse un groupe turbo-alternateur de 5000 kw avec turbine, type Rateau; les constructeurs acceptaient comme paiement partiel le groupe de 1000 kw qu'il n'était plus nécessaire de garder comme réserve pour les petites charges. Ce groupe de 5000 kw fut monté pendant l'automne de 1910 et a été mis en service quelques mois plus tard. Aux essais, la consommation de vapeur était inférieure de 25 0 0 de celle des premiers groupes primitivement installés. La turbine, type Rateau, avait un anneau système Curtis pour le côté à haute pression.

Au cours de son étude, M. Starr donne de nombreux détails sur toutes les modifications apportées aux chaudières et aux condenseurs; il fait remarquer qu'à la fin de 1911 un second groupe de 5000 kw semblable au premier, mentionné ci-dessus, était mis en service, étant donné les bons résultats donnés par le fonctionnement du matériel de Motherwell; on projette déjà une nouvelle installation supplémentaire de 10 000 kw, ce qui portera à 27 000 kw l'ensemble des deux stations de Yokers et de Motherwell. Ces stations comportent, en outre, une batterie d'accumulateurs de 60 éléments Tudor ayant une capacité de 400 ampères-heure.

Quant à la distribution, elle présente aussi certains points intéressants; on compte actuellement 154 km de canalisations souterraines et 34 km de lignes aériennes avec 84 sous-stations. La distribution à haute tension (11 000 volts) est à la fréquence 25, ainsi que presque toute la distribution à basse tension. Les câbles principaux dans le voisinage des stations sont sous plomb et élongés dans des conduits de grès groupés par 4 ou par 8; on a ménagé d'autres groupes de conduits dans ces canalisations, en prévoyance des futures extensions. La Compagnie de la Clyde compte également de nombreuses lignes aériennes qui alimentent les districts à habitations disséminées.

Ces lignes desservent des mines isolées qui seraient forcées de se passer de courant si on

avait dû les alimenter par câbles souterrains trop onéreux, étant donné les distances à franchir. On se sert ordinairement pour ces lignes de poteaux en bois créosoté avec traverses en fonte malléable. Les isolateurs sont faits en deux parties de manière à éviter des dilatations et des contractions anormales selon la température. Lorsque la ligne à haute tension doit traverser une route, les conducteurs compris entre les deux poteaux, plantés de chaque côté de la route, sont enfoncés dans une cage mise à la terre conformément aux règlements du Board of Trade.

Bien que ces cages soient suffisamment larges et solides, il en résulte de nombreux ennuis pendant les tempêtes, par suite des contacts qui s'établissent entre les fils de cette cage et les conducteurs. C'est pourquoi le Board of Trade a modifié cette réglementation tout dernièrement et a prescrit des doubles conducteurs sur isolateurs distincts très près l'un de l'autre et assemblés à des intervalles de 1 à 2 m, de telle sorte que si un conducteur se rompt, l'autre reste.

Dans le système de protection adopté, type Merz-Price, les fils pilotes sont élongés le long des câbles dans le cas de canalisation souterraine, et si la ligne est aérienne, ils sont supportés comme des conducteurs distincts sur la ligne des poteaux. Primitivement, chaque section de ligne aérienne était munie de parafoudres aux points de réunion avec les câbles souterrains, mais, par suite des troubles qui se produisaient lorsque l'atmosphère se chargeait électriquement, on enleva ces parafoudres pour les replacer aux barres omnibus des sous-stations.

Celles-ci comprenaient d'abord quatre transformateurs monophasés. Graduellement, on a employé des transformateurs triphasés qui sont maintenant adoptés à l'exclusion des autres; tous sont à refroidissement d'huile et enroulés pour fonctionner sur des circuits primaires à 10 000-11 000 volts et donner aux secondaires 400-440 volts. On distribue donc en général des courants triphasés à 400 volts et à la fréquence 25. Cependant beaucoup de gros consommateurs sont alimentés directement à 11 000 volts tels la Coatbudge and Airdric Electricity Suplly Co. A la fin de 1911, la compagnie de la Clyde distribuait 46 500 ch. dont 43 500 en moteurs et 3000 en éclairage; le 1er mai 1912, sa distribution a augmenté de 6000 ch. M. Starr donne quelques courbes montrant la variation de production depuis plusieurs années. A divers points de vue, aussi bien technique que commercial, il serait intéressant que les grandes entreprises anglaises de distribution puissent nous rendre compte des modifications qu'elles ont apportées dans leur matériel et dans leur exploitation.

A. Brugge.

COMMANDE ÉLECTRIQUE

Propulsion électrique des navires.

Suivant le *Times Engineering Supplement*, on va essayer aux Etats-Unis, à bord d'un navire charbonnier, le *Jupiter*, que fait actuellement construire la marine de guerre, un système spécial de propulsion électrique. On se propose d'installer sur le navire en question une turbo-génératrice, ayant une vitesse maximum d'environ 2000 tours par minute, qui produira du courant, sous 2300 volts, à deux moteurs à induction montés sur deux moteurs propulseurs. Dans le dispositif employé, l'énergie sera transmise électriquement, de la turbine aux arbres propulseurs, avec une réduction de vitesse de 18 à 1. On espère obtenir, avec cette combinaison, un rendement de transmission d'environ 91 0 0. — G.

Balayeuses électriques.

On lit dans le *Times Engineering Supplement* qu'un nouveau système de balayage de la voie publique vient d'être introduit à Leith (Ecosse). On a attaché aux voitures électriques de tramways des balayeuses disposées de manière qu'une partie de la chaussée, large de 4,5 m, se trouve balayée au passage d'un seul véhicule. Grâce à ce système, toutes les rues de la localité donnant passage à des tramways peuvent être nettoyées en deux heures, alors que la même opération, exécutée par des balayeuses que remorquaient des chevaux, exigeait autrefois un laps de temps de cinq heures. — G.

ÉLECTROCHIMIE

Désagrégation de constructions en béton attribuée à l'action de courants électriques.

Le *Times Engineering Supplement* nous fait connaître que l'on a constaté, aux Etats Unis, des symptômes de désagrégation des constructions en béton qui se rencontrent dans les nouveaux tunnels des chemins de fer Lackawanna-Hudson-Manhattan, ainsi que dans la tranchée à ciel ouvert du chemin de fer de l'Erié, creusée à Jersey City. On suppose que des phénomènes électrolytiques sont la cause de cette désagrégation et que les phénomènes en question sont dus à des courants parasites qui proviennent de conducteurs électriques industriels et qui agissent sur les combinaisons sulfureuses, contenues dans les roches traversées. Une commission d'enquête a été nommée pour étudier la question; son rapport, qui paraîtra probablement dans quelques semaines, doit avoir une importance particulière pour l'avenir des constructions en cause. — G.

EXPOSITIONS & CONGRÈS

Congrès d'électricité en Angleterre.

Pendant ce dernier mois de juin, on doit mentionner bon nombre de réunions intéressantes relatives à l'électricité. L'Institution anglaise des ingénieurs-électriciens a tenu son premier congrès annuel d'été à Glasgow du 12 au 14 juin. La partie technique du programme comporte un travail de M. Hyghfield sur la transmission électrique de l'énergie par courant continu et une lecture de M. le professeur Silvanus P. Thomson sur le magnétisme et les aimants permanents et, quelques jours plus tard, le 18 juin, l'Association municipale d'électricité s'assemble à Harrogati pour son congrès annuel. M. G. Wilkinson, ingénieur-électricien de la ville, prononcera un discours présidentiel, puis on entendra les travaux suivants : « Moyens d'assurer et de maintenir la continuité d'une distribution d'électricité », par M. Ayton. « Une charge de chauffage au point de vue station centrale », par M. F. Long. « Appareils de chauffage électrique », par M. Holmes. « Organisation des entreprises d'électricité », par M. C. Shaw, etc. — Vers la fin du mois du 26 au 28 environ, l'Association des tramways et trains légers tiendra son congrès à Swansea ; on y examinera les sujets suivants : « Valeur respective des tramways, autobus et traction sans rails avec moyen de transport », par M. Pott. « Comment assurer les meilleurs résultats au moyen des compteurs de tramways », par M. Thom. « Le système de « Payer à l'entrée » et ses avantages pour le public et les compagnies de tramways, par M. Howard. En juin et en juillet, d'autre part, se tient à Londres le congrès de la télégraphie sans fil. Les débats sont privés et débutent le 4 juin par un discours du directeur des Postes d'Angleterre. Les délégués étrangers ont été reçus le 10 juin par le roi et ont été visité, pendant leur séjour à Londres, les ateliers de la compagnie Marconi. — A.-H.-B.

RADIOTÉLÉGRAPHIE

Nouveaux postes radiotélégraphiques de l'armée anglaise.

L'armée anglaise expérimente depuis quelques mois un nouveau type de poste radiotélégraphique dit « type de cavalerie ».

Les appareils sont répartis, pour le transport, en quatre charges portées chacune par un cheval, ces charges sont fixées sur des selles spéciales, en tubes d'acier et elles pèsent approximativement 85 1 2 kg chacune, selle comprise.

Les selles sont de construction spéciale; elles sont conçues de façon à ne faire peser le poids de la charge que sur le dos de la bête; elles sont formées de deux parties détachables pour le transport; des barres transversales télescopiques permettent de les replier; à l'exception de la dynamo et du moteur, qui sont fixés à demeure sur une selle, les charges sont fixées de manière à pouvoir être enlevées instantanément.

Elles sont respectivement constituées ainsi qu'il est indiqué ci-après.

1re charge. — Poids 85,5 kg, dont 24 3,4 kg, pour la selle. Un petit moteur à pétrole et un générateur électrique sont placés de part et d'autre de la selle et réunies par un arbre télescopique avec deux réservoirs à pétrole d'une contenance de 9 litres et deux réservoirs à huile pour le graissage, d'une contenance de 1,1 litre; un sac à outil; quelques pièces de rechange.

Le moteur employé est un moteur à deux cylindres horizontaux opposés, refroidis par un ventilateur à ailettes; toutes les parties sont facilement accessibles et largement interchangeables, les cylindres ont 60 × 60 mm; le graissage est soigné; à part quelques parties : le vilebrequin, qui est en acier doux cimenté, les paliers qui sont en acier au nickel, toutes sont faites en un alliage d'aluminium spécial.

Le générateur est un petit alternateur tétrapolaire à autoexcitation, complètement fermé, étanche à l'eau; il peut fournir un courant alternatif de 8 ampères sous 50 volts et un courant continu de 4 ampères sous 17 volts; la culasse est en acier de haute perméabilité, avec noyaux massifs venus de fonte; les pièces polaires en acier spécial sont tenues par deux bagues d'aluminium; les deux joues sont pourvues de portes à fermeture hermétique; le noyau de l'induit est formé de tôles d'acier spécial dentées; les enroulements sont fixés dans les cannelures au moyen de cales; l'axe est en acier Siemens-Martin; les paliers sont à billes; les bobines d'excitation, faites sur forme, sont solidement tenues en place.

L'arbre télescopique est formé de deux tubes carrés glissant l'un dans l'autre et soumis à l'action d'un ressort qui tend à les écarter; il se termine par des joints universels simples et robustes.

2e charge. — Poids : 18 kg pour la selle et 33,3 kg pour chaque caisse. De l'un des côtés de la selle se trouve une boîte en bois contenant le transformateur et de l'autre côté une caisse contenant le récepteur avec ses accessoires et des pièces de rechange et le circuit d'antenne du transmetteur.

La réception s'effectue au moyen d'une soupape de Fleming consistant en un filament porté à l'incandescence par un accumulateur de 6 volts dont le courant peut être réglé au moyen d'un petit rhéostat.

Ce détecteur est employé de préférence par la Compagnie Marconi parce qu'en même temps qu'aussi sensible en pratique que les détecteurs thermo-électriques, il est d'un fonctionnement

plus stable; il n'est affecté ni par les vibrations mécaniques ni par les décharges atmosphériques et une fois effectué le réglage des circuits ne doit plus être retouché.

L'accumulateur alimentant le détecteur est relié à la dynamo par l'intermédiaire d'un petit commutateur automatique qui en assure la mise en charge régulière.

3e charge. — Poids : 85 1/2 kg, la selle comprise; la selle pèse 31,5 kg. La troisième charge comprend les sections des mâts, les tendeurs, les barres de dispersion de l'antenne et le filet de prise de terre; le tout maintenu sur la selle par des courroies munies de tendeurs spéciaux à levier.

Il y a deux mâts de 9 m de longueur et formés chacun de six sections de 1,50 m; les tubes sont hexagonaux extérieurement et cylindriques intérieurement; les jointures sont en tube d'acier étiré.

Les mâts dressés sont haubannés de quatre côtés, au sommet et à mi-hauteur; les haubans s'attachent à une plaque carrée s'enfilant sur le mât; ils sont liés à des piquets formés d'un tube en acier étiré cémenté, terminé par une pointe d'acier trempé.

Quatre piquets sont nécessaires pour les haubans de chaque mât, indépendamment d'un piquet auquel est attaché le hauban immobilisant la tête du mât.

Les barres de dispersion sont hissées au sommet de celui-ci au moyen d'une poulie et d'une corde; la base de chaque mât repose sur un patin garni de pointes.

Le filet de prise de terre est formé d'une toile métallique de 0,90 m de largeur sur 7,50 m de longueur; un fil de liaison qui y est soudé et qui se termine par une fiche métallique sert à établir la liaison avec une borne fixée extérieurement sur la boîte du récepteur.

La compagnie Marconi recommande beaucoup ce genre de prise de terre, plus efficace que les capacités isolées et beaucoup moins encombrantes que celles-ci.

La transmission peut s'effectuer avec trois longueurs d'onde différentes; le récepteur est muni d'un dispositif de réglage.

4e charge. — Poids : 18 kg pour la selle et 32 kg pour chaque caisse. Sur l'un des côtés de la selle se trouve une boîte en fibre contenant les piquets pour la fixation de l'antenne, et, de l'autre côté, une seconde caisse en fibre contenant les fils d'antenne, sur des rouets, et une caisse en bois contenant le circuit oscillateur primaire du transmetteur.

L'antenne est formée de deux conducteurs constitués chacun d'un certain nombre de fils de bronze toronnés sur une âme de chanvre; comme la transmission des oscillations est purement superficielle, il est inutile que le noyau soit conducteur; les deux conducteurs sortent de la boîte pour aller s'attacher aux extrémités d'une barre de dispersion fixée au sommet des mâts; ils sont tendus horizontalement d'un mât à l'autre; les barres de dispersion sont isolées des mâts au moyen d'un isolateur flexible spécial.

Ces isolateurs sont composés chacun d'un noyau en corde complètement recouverte de caoutchouc vulcanisé après avoir été soumise à une dessiccation soignée, à haute température; l'enveloppe de caoutchouc est imprégnée d'un mélange spécial qui la laisse parfaitement flexible et forme une surface unie, sur laquelle l'eau ne tient pas. Les isolateurs dont il s'agit sont de beaucoup supérieurs, au point de vue de la solidité, aux isolateurs d'ébonite, de porcelaine ou de verre, toujours cassants.

Les conducteurs d'antenne sont bobinés sur des rouets munis d'un frein ralentisseur, empêchant que les câbles se débobinent trop vite et se mêlent.

Un câble flexible établit la liaison entre le générateur, côté alternatif, et le circuit primaire du transformateur; le dit câble est muni de fiches spéciales s'enfonçant dans les bornes du générateur et du transformateur.

Un second câble flexible relie le manipulateur du poste transmetteur à une seconde borne de la boîte du transformateur.

Il n'y a pas d'autre liaison flexible, pour monter le poste transmetteur récepteur, il suffit de placer l'une au-dessus de l'autre les trois caisses contenant l'outillage; les panneaux de la caisse supérieure se rabattent partiellement; la caisse ainsi ouverte forme table pour l'opérateur, qui est protégé par les panneaux restés levés.

Toutes les caisses sont hermétiquement closes et étanches à l'eau, de sorte que les appareils ne demandent aucune protection supplémentaire; ils peuvent être employés comme postes d'infanterie, transportés alors dans un fourgon ou sur un véhicule léger.

La portée garantie est de 50 km en temps ordinaire. Le montage d'un poste et sa mise en ordre de fonctionnement ne demande pas plus de dix minutes. — H. M.

RECETTES

Soudure pour l'aluminium.

Nous empruntons à l'*Electrical World* l'information suivante :

On sait que les difficultés que l'on éprouve pour souder solidement l'aluminium proviennent de l'oxyde d'aluminium qui est toujours présent sur le métal, se reformant rapidement aussitôt qu'on l'a enlevé. Or, la compagnie « Alu-Sol Manufacturing », de Wolverhampton (Worcester Street), Angleterre, vient de mettre sur le marché une combinaison spéciale de matière soudante et

de fondant, imaginée par M. Charles-M. Brown, qui permettrait d'obtenir rapidement de solides soudures de pièces d'aluminium. Une minime quantité des deux substances préparées à cet effet par M. Brown suffit pour chaque opération. On nettoie d'abord les pièces qu'il s'agit de rattacher ensemble, puis on applique la combinaison matière soudante-fondant en forme de pâte. La chaleur nécessaire peut être donnée par une lampe à alcool (pour les petites soudures), par un brûleur Bunsen ou par une flamme d'acétylène et d'oxygène. La matière soudante passe automatiquement dans les interstices séparant les pièces qu'il s'agit d'unir. Son point de fusion atteint environ 300° C : aussi l'opération peut être plus exactement appelée une soudure autogène.

Pour souder ensemble des câbles à gros torons de fils d'aluminium, on fait usage d'une méthode spéciale, grâce à laquelle l'aluminium fondu passe dans les interstices.

Le fondant est fourni en poudre; il est transformé en pâte par le consommateur. Quant à la matière soudante, elle est formée d'un alliage d'aluminium; elle peut être polie comme l'aluminium même. — G.

TRACTION

La traction électrique en Allemagne.

On mande de Berlin à l'*Electrician* que le ministère des chemins de fer de Prusse a dressé un plan pour la substitution de l'électricité à la vapeur sur tous les chemins de fer urbains et suburbains de la capitale allemande. La transformation doit être achevée en 1916. Elle est devenue nécessaire par suite de l'encombrement et de la lenteur d'écoulement du trafic que comporte le système actuel. Il est devenu indispensable ou d'adopter la traction électrique pour obtenir un service de trains plus fréquents ou de doubler les voies. Le doublement des voies serait trop dispendieux en raison de ce que les chemins de fer de l'intérieur de la ville sont surélevés. Avec la traction électrique, il sera possible de mettre en marche 40 trains à l'heure, transportant 25 000 voyageurs dans chaque sens, au lieu des 24 trains à l'heure avec 12 000 voyageurs que permet le système actuel. On se propose de maintenir en service les voitures présentement utilisées et de former des trains de 13 wagons au plus. Chaque train complet aura une locomotive électrique à l'avant et une autre à l'arrière; ces deux locomotives seront reliées ensemble de manière qu'elles marchent à la même allure, qu'elles démarrent et s'arrêtent simultanément. Aux heures de circulation peu intense, on ne mettra en marche que des demi-trains avec une seule locomotive. Les chemins de fer électriques continueront à être exploités par l'Etat; mais l'alimentation en courant sera assurée par les adjudicataires privés qui construiront leurs propres stations centrales. Une de ces stations sera aménagée dans Berlin même, l'autre dans la région des mines de lignite où on peut se procurer du combustible à bon compte; le courant sera amené à Berlin par des câbles souterrains. Les entreprises privées fournissant le courant pourront en outre vendre de l'énergie électrique aux industriels et aux particuliers. On évalue à environ 155 millions de francs le coût total de l'électrification. On se propose d'élever tous les tarifs. Actuellement toutes les lignes sont exploitées à perte. Elles ne donnent aucun intérêt sur les capitaux considérables engagés dans leur construction, et les recettes ne couvrent pas, généralement, les frais d'exploitation. — G.

Bibliographie

Oscillations et vibrations. Etude générale des mouvements vibratoires, par A. Boutaric. Un volume de l'*Encyclopédie scientifique*, format 18 × 12 cm, de 410 pages, avec 139 figures. Prix, cartonné : 5 fr. (Paris, O. Doin et fils, éditeurs.)

La considération des mouvements vibratoires établit un lien entre des phénomènes *a priori* tout différents, phénomènes acoustiques, phénomènes optiques, phénomènes calorifiques et phénomènes lumineux. Une étude générale des mouvements vibratoires peut donc être intéressante et simplifier l'exposé d'un grand nombre de questions. L'auteur a tâché de faire cette étude et de montrer comment les résultats s'appliquaient en gros aux divers chapitres de la physique.

L'on n'a pas d'ailleurs songé à faire une étude complète de tous les phénomènes périodiques. C'est un très gros traité qu'il eût fallu écrire. Et, des lacunes que peut présenter l'ouvrage, quelques-unes sont certainement volontaires. L'auteur n'a eu d'autre but que d'exposer, aussi simplement que possible, les connaissances qui sont nécessaires pour aborder l'étude des plus importantes questions de la physique.

Aussi l'ouvrage est-il susceptible d'être lu avec fruit, non seulement par les étudiants et les professeurs, mais encore par tous ceux qui s'intéressent au développement et aux progrès de la physique moderne.

Agenda de l'Electro 1912. Cinquième année. Edition complètement revue, mise à jour et augmentée. Un

volume format 15 × 10 cm, de 410 pages, avec figures. Prix, cartonné : 3,50 (Bruxelles, « Electro », éditeur).

Cet utile agenda s'améliore d'année en année et renferme des renseignements d'utilité journalière.

Indépendamment des tables usuelles, des notions théoriques générales, d'un memento d'électricité et de renseignements divers parmi lesquels on trouve la réglementation belge de l'emploi de l'électricité, cet agenda se termine par les listes des usines centrales d'électricité et des exploitations belges de tramways.

D'un format permettant de le mettre dans sa poche, cet agenda contient de nombreux documents dont l'électricien a toujours besoin. Ajoutons que son exécution matérielle est irréprochable.

Les rayons ultra-violets et leurs applications. Les lampes à vapeur de mercure, par l'Institut du Mois Scientifique et Industriel. 1 volume format 24 × 16 cm de 63 pages, avec 44 figures. Prix : 2,75 fr (Paris, librairie du Mois Scientifique).

Depuis quelques années, les rayons ultra-violets ont été l'objet de quantité de travaux qui ont montré les très nombreuses applications dont ils sont susceptibles. Ce sont, en effet, des agents physico-chimiques extrêmement énergiques qui permettent des réactions nouvelles et accélèrent certaines transformations dans des proportions énormes.

Les Mémoires qui signalent ces applications ou exposent des particularités nouvelles des rayons ultra-violets sont *épars* dans les comptes rendus des Sociétés savantes ou dans les journaux scientifiques; ils n'avaient pas encore été réunis dans un ouvrage donnant, comme celui-ci, sous une forme concise et pratique, l'exposé de nos connaissances sur les rayons ultra-violets, sur leur *production* et leur *utilisation*.

Après la définition et l'énumération des propriétés physiques, chimiques, biologiques des rayons ultra-violets, cet ouvrage étudie en détail les *lampes à vapeur de mercure*; il contient la monographie des principaux types de lampes et décrit accessoirement les divers systèmes d'allumage, les procédés employés pour modifier la coloration habituelle des lampes à tubes de verre et l'application de l'arc au mercure à la transformation des courants alternatifs. L'application des rayons ultra-violets à la *stérilisation* qui a reçu jusqu'ici le plus d'applications est surtout développée. Les applications médicales et les emplois de plus en plus nombreux des rayons ultra-violets sont ensuite sommairement présentés.

Conférences sur les alliages, par MM. Rengade, Jolibois et Broniewski. (Publications de la Société de Chimie-Physique). Une brochure format 24 × 16 cm, de 36 pages, avec 13 figures. Prix : 2 fr (Paris, librairie A. Hermann et fils).

On trouve dans cette intéressante brochure les trois conférences suivantes :

1° La méthode thermique et la méthode micrographique appliquées à l'étude des alliages, par E. Rengade;

2° Les méthodes chimiques appliquées à l'étude des alliages, par Pierre Jolibois;

3° Relations entre la structure des alliages et leurs propriétés électriques, par W. Broniewski.

La pression osmotique et le mécanisme de l'osmose, par Pierre Girard (Publication de la Société de Chimie-Physique). Brochure format 24 × 16 cm, de 18 pages, Prix : 1 fr (Paris, librairie A. Hermann et fils).

Nouvelles

Congrès de chimie appliquée.

Le 8e congrès de chimie appliquée s'ouvrira à Washington le 4 septembre 1912 et les autres séances se tiendront à New-York du vendredi 6 au vendredi 13 septembre.

La section d'électrochimie a pour président dans le Comité français d'organisation, M. Henri Gall.

Voici la liste des mémoires qui seront présentés :

Production commerciale d'alumine pure à partir du kaolin, par M. Doremus.

Effet des températures de coulée sur la force de résistance des alliages d'aluminium, par M. Gillett, de l'Aluminium Castings Cy.

Impuretés des cathodes dans l'affinage du cuivre et leurs sources, par M. Addicks de la Metals Refining Cy.

La fusion électrique du minerai de zinc, par M. Snyder.

La fixation de l'azote, par M. Moody.

L'action agricole de la cyanamide.

Un dispositif de contrôle pour les fours électriques, par M. Thwing.

Le rôle de la scorie dans l'affinage électrique de l'acier, par M. Amberg.

Notes sur le fer électrolytique, par M. Sherard Cowper Coles.

Le rôle des agents d'addition dans l'électrodéposition du cuivre, par M. E. Spear.

Les progrès récents dans le four électrique à acier, par M. Héroult.

*
* *

Installations électriques en projet.

Abonnay (Marne). — Le projet présenté au Conseil municipal par la Société anonyme des

usines à gaz du Nord et de l'Est a été l'objet d'un avis favorable.

Beaumont-Monteux (Drôme). — Un projet, ayant pour objet d'utiliser les forces motrices de l'Isère sur le territoire de Beaumont-Monteux et de Chateauneuf d'Isère (Isère), vient d'être mis à l'enquête. La chute utilisée aurait une puissance de 2000 ch.

Bramans (Savoie). — Une société grenobloise demande la location, pour quatre-vingt-neuf ans, d'un ruisseau alimenté par l'Arc et s'engage à installer l'éclairage électrique public et des particuliers dans la commune de Bramans et au Verney. Ce projet est mis à l'enquête.

Campan (Hautes-Pyrénées). — La municipalité est saisie d'une demande d'installation de lumière électrique aux lieux dits Sainte-Marie et la Seube. L'énergie serait fournie par une usine privée.

Castelnau-Rivière-Basse (Hautes-Pyrénées). — L'usine électrique de Maubourguet a soumis au Conseil municipal de Castelnau un projet d'installation d'éclairage électrique.

Changis (Seine-et-Marne). — L'Omnium français d'électricité installe actuellement le réseau Est de Meaux qui alimentera cette commune.

Chatel-Raould-Saint-Louvent (Marne). — Le Conseil municipal a donné un avis favorable à la demande de concession d'éclairage électrique de M. Beuret.

Decazeville (Aveyron). — La Société de la Sorguet du Tarn a demandé la concession d'une distribution d'énergie électrique. Ce projet est mis à l'enquête.

Dreux (Eure). — Le Conseil municipal a reçu plusieurs offres pour l'installation de l'éclairage électrique.

Elbeuf (Seine-Inférieure). — Le Conseil municipal a voté l'emprunt nécessaire au rachat du secteur électrique.

Fublaines (Seine-et-Marne). — Le réseau Est de Melun qu'installe actuellement l'Omnium français d'électricité alimentera cette localité.

Germigny-l'Evêque (Seine-et-Marne). — Cette commune sera prochainement alimentée par le réseau Est de Melun.

Isle-sur-Sorgue (Vaucluse). — La municipalité est saisie d'un projet de concession d'éclairage électrique.

La Madeleine (Nord). — Le Conseil municipal va examiner à bref délai la demande de concession d'éclairage électrique qui lui est soumise.

Magnac-Bourg (Haute-Vienne). — On vient de mettre à l'enquête le projet d'installation d'une distribution d'énergie électrique, présenté par MM. de la Baside et Célérier.

Meaux (Seine-et-Marne). — La Compagnie générale d'électricité va mettre prochainement en service l'usine électrique qu'elle a installée.

Mehun-sur-Yèvre (Nièvre). — On vient de mettre à l'enquête le projet de concession d'une distribution d'énergie électrique présenté par la Société le Centre Electrique.

Montceaux (Seine-et-Marne). — Cette commune sera prochainement alimentée par le réseau Est de Meaux.

Neuville-Ferrain (Nord). — Le projet d'installation d'une distribution d'énergie électrique vient d'être mis à l'enquête

Perrelevée (Seine-et-Marne). — Cette localité sera prochainement alimentée par le réseau Est de Meaux.

Poincy (Seine-et-Marne). — Cette localité va être incessamment alimentée par le réseau Est de Meaux.

Pontoise (Oise). — Le Conseil municipal va examiner prochainement un projet d'installation d'une distribution d'énergie électrique.

Sancerre (Cher). — L'éclairage électrique va être installé prochainement.

Sarlat (Dordogne). — M. Borias, propriétaire de l'usine à gaz, vient d'obtenir la concession de l'éclairage électrique.

Saint-André de Lidon (Charente-Inférieure). — Le projet d'installation de l'éclairage électrique vient d'être mis à l'enquête.

Saint-Denis (Seine). — La ville de Paris va faire construire au Cornillon une usine à gaz qui comprendra une station électrique. Tous les appareils seront à commande électrique.

Saint-Jean les Deux Jumeaux (Seine-et-Marne). — Cette localité va être alimentée par le réseau Est de Meaux.

Saint-Lo (Manche). — On va construire prochainement une usine électrique.

Saint-Sigismond (Savoie). — Le Conseil municipal d'Albertville a autorisé la Société des Forces motrices du Haut Grésivaudan à utiliser le transformateur du chemin de fer du Galiboud pour distribuer l'énergie à Saint-Sigismond.

Tignieu Jameyzieux (Isère). — La concession d'une distribution d'énergie électrique à la Société l'Energie industrielle de Paris vient d'être approuvée par la Préfecture.

Trilport (Seine-et-Marne). — Cette commune va être alimentée par le réseau Est de Meaux.

Varreddes (Seine-et-Marne). — Cette localité sera prochainement alimentée par le réseau Est de Meaux.

Verney (Savoie). — Le projet d'installation de cette localité est, comme celui de Bramans, soumis actuellement à l'enquête.

Le Vésinet (Seine-et-Oise). — L'union des gaz vient d'être agréée comme concessionnaire en remplacement de MM. Schiltz et Levril.

Villemareuil (Seine-et-Marne). — Cette localité sera prochainement alimentée par le réseau Est de Meaux.

Le Gérant : L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XLIII

Accumulateurs.

Accumulateur (l') Block. 187
Accumulateurs (le nouvel) Edison. . . . 409
Accumulateur (l') Hannover. 362
Applications de l'électricité aux bateaux sous-marins, par A. Bezzi. . . . 227, 243
Batterie (une grande) d'accumulateurs pour station centrale. 93
Accumulateur (l') alcalin fer-nickel, par J.-A. Montpellier. 35
Accumulateur alcalin fer-nickel (à propos de l'), par J.-A. Montpellier. 50
Emballage, pour l'expédition, des plaques chargées d'accumulateurs. 77
Etat actuel de la technique des accumulateurs stationnaires et transportables, par le Dr H. Beckmann. 164, 181
Récupération des boues de plomb provenant des accumulateurs. 382

Alternateurs.

Alternateur (un) à 30 000 volts. 327
Causes (les) de dérangement des machines électriques. Leur recherche et leur réparation. — II. Alternateurs. 344
Effets (les) mécaniques des courts circuits brusques dans les turbo-alternateurs. . 141

Applications diverses.

Applications (les) électriques de la métallisation, système Shoop, par F. Loppé. . 327
Arrêt automatique des trains provoqué par l'action d'un aimant. 187
Compas (le) azimutal hertzien, par E. Bellini. 90
Dictaphone (le). 108
Electricité (l') dans les mines, par H. Marchand. 353, 378
Electricité (l') dans les mines de charbon en Angleterre. 41
Electricité (l') en agriculture. 143
Maison (la) électrique de la Cie Edison de Boston. 55
Maturation des fromages par l'électricité. . . 77
Méthodes (les) électriques d'épuration de l'eau, par G. Erlwein. 116
Purification de l'eau potable au moyen de l'ozone et des rayons ultra-violets. . . . 251
Stérilisation (la) des eaux d'alimentation des villes par les rayons ultra-violets, par M. V. Recklinghausen. 117

Bibliographie.

Actualités scientifiques, par Max de Nansouty. 222
Agenda de l'Electro, 1912. 414
Agenda et livre d'adresses de l'électricien suisse, 1912. 207
Aménagement du Haut Rhône français. . 159
Année (l') électrique, électrothérapique et radiographique, par Foveau de Courmelles. 222
Année (l') scientifique et industrielle, par Emile Gautier. 221
Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1912. 96
Appareils (les) de levage, de transport et de manutention mécanique, par E. Pacoret. 157
Application de la télégraphie sans fil, par P. Jégou. 176, 303
Berechnung von Wechselstromfernleitungen, par G. Benischke. 335
Bureau des Longitudes. L'éclipse de soleil du 17 avril 1912. 222
Calcul et construction des alternateurs mono et polyphasés, par Henri Birven. . . . 207
Coloration (la) des métaux, par J.-Michel Rousset. 157
Conducteurs (les) d'électricité en aluminium, par E. Dusaugey. 302
Conférences sur les alliages, par Rengade, Jolibois et Broniewski. 415
Costruzione (la) delle linee elettriche aeree per telegrafi, telefoni, trasporti industriali e trazione elettrica, par Italo Brunelli. 16
Cours pratique d'électricité industrielle, par Henry Chevallier. 158
Cours pratique d'électricité, par A. Podevyn. 303
Electricité (l') à la portée de tout le monde, par Georges Claude. 15
Electricité (l') à l'Exposition de Bruxelles en 1910, par J.-A. Montpellier. 399
Electricité (l') domestique, par Georges Mis. 222
Elektrotechnische Messkunde, par A. Linker. 271
Elementary internal combustion engines, par J.-W. Kershaw. 271
Formulaire de l'électricien et du mécanicien d'Hospitalier, par Gaston Roux. . . . 303
Fortschritte der Elektrotechnik, par Karl Strecker. 16, 222
Handbuch der Phototelegraphie und Telautographie, par A. Korn et B. Glatzel. . 63
Konstruktionen (die) elektrischer Maschinen, par W. Peinke. 128
Krankheiten (die) des stationœren elektrischen Blei-Akkumulators, par F.-E. Kretzschmar. 128
Lampes (les) électriques à arc, à incandescence et à luminescence, par J. Escard. . 176
Lehrbuch der Photometrie, par B. Monasch. 271
Machines dynamo-électriques à grande vitesse, par H.-M. Hobart et Ellis. . . . 319
Magnetic circuit (the), par Karapetoff. . . 79
Manuel pratique du monteur électricien, par J. Laffargue. 271
Maschinen und Apparate der Starckstromtechnik, par Meyer. 335
Matière (la) et les forces de la nature, par D. Brisset. 222
Organisation et direction des usines, par André Meyer. 158
Oscillations et vibrations, par A. Boutaric. 414
Pression (la) osmotique et le mécanisme de l'osmose, par P. Girard. 415
Prüfungen in elektrischen Zentralen, par Lehmann-Richter. 400
Rayons (les) ultra-violets et leurs applications. Les lampes à vapeur de mercure. . 415
Règle à calculs, par A. Beghin. 96
Sebbstanschluss-und Wæhler ein richtungen im Fernsprechbetriebe, par Th. Karrass. 111

Technique (la) cinématographique, par L. Lobel. 79
Télégraphie (la) sans fil, la télémécanique et la téléphonie sans fil à la portée de tout le monde, par E. Monier. 400
Téo, revue slave de la technique moderne. 319
Theorie der Elektrizitæt, par A. Fœppl. . 303
Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels, par J. Post et B. Neumann. 96
Traité de chimie générale, par W. Nernst. 16
Traité de physique, par O. D. Chwolson. 79
Vérité (la) absolue et les vérités relatives, par H. Ziegler. 96
Wechselstromversuche, par A. Lamba. . . 63
Wærmeübergang (Ueber) auf rubige oder bewegte Luft sowie Lüftung und Kühlung elektrischer Maschinen, par L. Binder. . 221

Canalisations.

Câble (nouveau) algérien. 224
Câbles électriques pour 60 000 volts en Allemagne. 153
Câbles (les) pupinisés. 208
Câble téléphonique anglo-français. . . . 224
Isolateur (un) en bois pour haute tension. . 319
Mât portatif. 55
Poteaux télégraphiques en verre armé. . . 330
Suppression des vibrations des fils électriques. 93

Commande électrique.

Appareil détartreur automatique pour tubes de chaudières multitubulaires, système Nirascou 145
Application de l'électricité aux bateaux sous-marins, par A. Bezzi. . . . 227, 243
Applications (quelques) de l'électricité dans les fermes et les laiteries aux Etats-Unis, par H. Marchand. 305
Balayeuses électriques. 411
Brosse (une) électrique automatique pour le nettoyage des chaussures. 153
Cabestan électrique, par Frank C. Perkins. 33
Concours international de moto-culture de Paris. 112
Gouvernails des navires (nouveau système de commande électrique des), par H. Marchand 241
Moto-culture (essais de) en Algérie. . . . 239
Moulins (nouveaux) électriques à café et à épices 357
Nettoyage électrique par le vide, par Frank C. Perkins. 17
Perforatrice (une nouvelle) électrique de roches. 362
Pont-levis (un) électriquement actionné. . 93
Propulsion électrique des navires. . . . 411
Utilisation (l') de l'énergie électrique dans les travaux agricoles, par P. Leclerc. . 138

Correspondance.

Lettre de M. Ver Eecke. 400
Lettre de M. Svante Arrhenius. 400

Distribution de l'énergie.

Arrêts (les) de fonctionnement des usines génératrices d'énergie électr. 132, 148, 194
Châssis tubulaires (note sur l'emploi des) dans la construction des tableaux de distribution 162
Commission des distributions d'énergie électrique. 111
Distribution électrique en Ecosse (les progrès des réseaux de). 409
Distribution d'énergie dans de petites zones. 106
Distribution d'énergie dans le Lancashire. 383
Distribution d'énergie dans le Transvaal. . 397
Distribution (la) d'énergie électrique dans Londres. 252
Distribution de l'énergie électrique à Paris. 239
Electricité (l') en Danemark. 269
Energie (l') électrique dans le département de la Seine. 64
Examen pour l'obtention du certificat d'aptitude au contrôle des distributions municipales d'énergie électrique. 112
Installations électriques en projet. . 365, 415
Interruptions (les) de service dans les stations génératrices d'électricité, par H. Marchand. 114
Surtensions suivies d'un incendie occasionnées par des oiseaux. 169
Transmission à 140 000 volts. 335

Divers.

Accidents (les) dus à l'électricité. 188
Accroissement des facultés intellectuelles par l'électricité. 330
Allumage électrique des moteurs à explosions et ses récents progrès. 232
Boussole gyroscopique du Dr Anschütz, par H. Marchand. 338
Etalon international (création d'un) du radium. 223
Evolution (l') du système métrique et les vues actuelles sur les unités dérivées . . 383
Gale (la) du nickel. 171
Institut électrotechnique de Grenoble (annexe de). 192
Institution anglaise des ingénieurs électriciens. 277, 397
Inventeur (l') du principe électrique de la dynamo. 362
Laboratoire (le) central d'électricité. . . . 330
Labourage par tracteurs automobiles, par G. Franche. 113
Pacinotti (Antonio). 240
Paratonnerres (les). 236
Paysage (un) électronique, par A. Gradenwitz. 69
Prix triennal (fondation Georges Montefiore). 304
Procédé (un nouveau) pour recouvrir de plomb le fer et l'acier. 253
Production mondiale du charbon. 56
Programme des conférences de la Société française de physique. 64
Programme des questions mises au concours par la Société industrielle d'Amiens. . 272
Système métrique (les progrès du). . . . 192
Usines (les) à gaz et les installations électriques. 80

Dynamos.

Dynamo d'éclairage « Magician » pour véhicule automobile. 94
Causes (les) de dérangements des machines électriques. Leur recherche et leur réparation. I. — Dynamos génératrices à courant continu. . .200, 216, 248, 266, 296, 325
Dynamos pour l'éclairage des voitures motrices. 123
Echauffement dans les machines électriques. 218

Eclairage.

Action des lampes à filament métallique sur la vue. 285
Eclairage des maisons particulières par l'électricité. 331

Eclairage des rues de la cité de Londres. 12
Eclairage électrique des chutes du Niagara. 331
Eclairage (l') des automobiles, procédé Ward Léonard. 356
Eclairage des trains (application des lampes à filament métallique à l'). 336
Eclairage électrique des trains. 336
Eclairage (l') électrique des trains sur la ligne du Great Western Railway. . . . 171
Electricité (l') et l'hygiène domestique. . . 108
Prix de revient de l'éclairage électrique public à Chicago. 253
Projecteurs électriques modernes, par Henry. 225

Electricité générale.
Recherches.

Décharges (les) électriques de la pluie. . . 219
Electricité de la torpille (nouvelles recherches sur l'). 219
Electricité (l') tirée directement de la chaleur. 220
Etincelle primaire substituée aux interrupteurs d'excitation de la bobine de Ruhmkorff. Contribution à la théorie des interruptions. 12
Isolation (l') en électrotechnique, par Ch. Vallet. 197, 261, 322, 340, 393, 406
Lutte contre la grêle et électricité atmosphérique, par Ch. Groud. 404
Progrès de la science électrique en 1911. . 108
Propriétés magnétiques des alliages. . . 300
Résistance électrique du mercure à de très basses températures. 253
Utilisation des rayons lumineux du soleil. . 56

Electricité médicale.

Congrès d'électrologie et de radiologie médicales. 336

Electrochimie.

Application industrielle de l'épuration électrolytique de l'eau. 352
Dégraissage électrolytique 122
Désagrégation de construction en béton attribuée à l'action des courants électriques. 411
Déshuilage électrolytique de l'eau qui provient de la condensation de la vapeur. . 189
Electrodes en graphite artificiel Acheson. . 195
Fabrication des hypochlorites par électrolyse. 80
Fabrication industrielle de l'azote pur. . . 57
Fer (le) électrolytique. 220
Galvanoplastie (un nouveau procédé de). . 13
Graphite colloïdal. 28
Moyen de prévenir la formation des creux dans les couches galvaniques de nickel. 13
Ozone (une application de l'). 208
Procédé Rojas pour la coloration des surfaces métalliques. 189
Production d'un dépôt galvanique brillant en argent. 253
Production électrolytique de l'ozone. . . 57
Stérilisation (la) de l'eau de l'aqueduc de Rovigo, par Luigi de Andreis. 117
Strontium (obtention du) métallique par électrolyse. 94
Zingage électrolytique. 109

Electrométallurgie.

Aciérie électrique. 80
Electrodes en graphite artificiel Acheson. . 195
Emploi du four électrique Helfenstein pour la fabrication de l'acier. 203
Fonte et réduction électrique des minerais de fer et d'étain en Angleterre. 172
Four (un) électrique pour la fonte des scories. 332
Fusion électrique du minerai de fer. . . . 143
Production directe de l'acier au moyen des minerais de fer traités au four électrique, par R. Catani. 137
Progrès récents en électrosidérurgie. . . 58

Electrothermie.

Appareil (un) électrique de vulcanisation. . 94
Chauffage électrique. 59
Chauffage électrique (installations de). . . 208
Chauffage électrique (quelques applications du). 300
Chauffage électrique (le) dans les églises. . 368
Couveuse (une) électrique. 109
Couveuses électriques. 208
Crémation électrique. 333
Cuisine électrique (la). 301
Cuisine électrique (une grande). 285
Cuisson électrique du pain aux Etats-Unis. 154
Description de quelques appareils de cuisine et de chauffage électriques de construction anglaise, par H. Marchand. . . . 81
Economie produite par la cuisson électrique des aliments. 109
Electricité (l') dans l'industrie du celluloïd. 109
Fours électriques (caractéristiques techniques des), par Carl Hering. 280
Four (un) électrique à résistance en tungstène. 59
Fusion électrique de l'étain. 270
Fusion et volatilisation du charbon de cornue. 397
Machine à flamber électrique. 172
Séchage électrique des noix. 332

Expositions et congrès.

Congrès de chimie appliquée. 415
Congrès d'électricité en Angleterre. . . . 412
Congrès d'électrologie et de radiologie médicales. 336
Congrès de l'Union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local. 224, 367
Congrès international des applications électriques (Turin, 10-17 septembre 1911), 8, 70, 88, 116, 137, 164, 181
Décisions de la Commission électrotechnique internationale (réunion de Turin, 1911). . 136
Exposition annuelle de la Société française de physique. 192
Exposition de la Société de physique, par M. Aliamet. 289, 310
Exposition internationale de Dunkerque (mai-septembre 1912). 64
Exposition universelle de Gand en 1913, 64, 256, 336

Force motrice.

Chaudière à vapeur du système Toboulevitch. 397
Disponibilités (les) hydrauliques de l'Ecosse. 349
Electricité (l') en Islande. 270
Forces hydrauliques (les) des divers grands rios de la Catalogne et de l'Aragon. De leur emploi en Catalogne. 236
Forces (les) naturelles. 352
Installations hydraulico-électriques du Canada. 13
Moteurs Diesel. 347
Production d'énergie électrique obtenue par l'incinération des ordures ménagères. . 173
Stations anglaises d'électricité alimentées par vapeur et gaz perdus. 221
Turbines (les) à vapeur. 179
Turbine (transport d'une) de 25 000 ch. . 224
Turbine Tesla (la nouvelle). 192
Utilisation de la Durance et du Rhône. . . 288

Utilisation électrique du mouvement des eaux de la Baltique. 78
Utilisation industrielle des tourbières de Bavière. 254

Horlogerie.

Electrification (l') de l'heure dans les grandes villes. système Hipp-Favarger, par L. Reverchon. 65
Electrification (l') de l'heure, système Campiche, par L. Reverchon. 129
Electrification (l') de l'heure, système de l'*Electric Silencia*, par L. Reverchon. . . 385

Industrie électrique.

Conditions (les) de vente du courant électrique à Strasbourg. 13
Exportations électriques des Etats-Unis. . 254
Industrie (l') électrique des Etats-Unis en 1909. 94
Industrie (l') électrique italienne en 1910. . 14
Industrie (l') électrique italienne en 1911. . 254
Méthodes rationnelles pour la mesure commerciale de l'énergie électrique, par G.-G. Ponti. 185
Opération commerciale (une bonne) en matière de lampes à filament métallique. . 333
Situation économique, en 1911, des fabriques allemandes de spécialités électriques. . 286
Solution (une) du problème de l'achat et de la vente de l'énergie électrique, par Riccardo Arno. 186
Tarifications (système de) pour l'électricité. 203
Union commerciale de l'électricité. . . . 80

Instruction et règlements. Législation.

Etude comparative des impôts directs et indirects dans différents pays, par Mario Benghi 185
Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques de la première catégorie dans les immeubles et leurs dépendances 31, 44
Législation (la) sur la transmission électrique de l'énergie, par E.-C. Ericson. . 184
Législation (la) sur la transmission électrique de l'énergie, par Barnet-Lyon. 187

Jurisprudence.

Les frais de contrôle peuvent-ils être réclamés aux concessionnaires antérieurs à la loi de 1906? Jugement du tribunal de Châlons-sur-Marne, par Charles Sirey. . 74
Vols (les) d'énergie électrique. 206
Vols (les) d'énergie électrique et la substitution des lampes à filament métallique aux lampes ordinaires, par Charles Sirey. 358

Lampes.

Arcs-flamme. 363
Emploi du cadmium dans la fabrication des lampes à filament métallique 143
Essais de résistance au choc des lampes à incandescence à filaments métalliques, par J.-A. Montpellier 177
Evolution (l') de la lampe à incandescence . 80
Influence des fréquentes mises en circuit et hors-circuit sur les lampes à incandescence. 11
Filaments (la durée des) des lampes à incandescence 154
Lampe (la) à incandescence. 59
Lampe électrique (la) Conta pour projection. 11
Lampe électrique pour mineurs. 126
Lampes Osram (résultats donnés par les nouvelles). 155
Points de fusion du tungstène et du tantale. 254

Manuel du Praticien.

Les causes de dérangement des machines électriques. Leur recherche et leur réparation. . . 200, 216, 248, 266, 296, 325, 344

Matières premières.

Aluminium (fabrication de l') en Europe et aux Etats-Unis. 13
Antihydrone (l'). 333
Caoutchouc (le) synthétique. 208
Cuivre (la production mondiale du). . . . 14
Essai des substances isolantes. 173
Platine (le) russe 110
— ses gisements, son industrie, par L. Duparc. 155
Substances (nouvelles) isolantes. 110
Sulphalium (le). 126
Tungstène (la production du) en 1910 . . . 14

Mesures.

Ampèremètre avec indicateur de tension, système Olivetti. 161
Ampèremètre-voltmètre avec transformateur d'intensité à sensibilité réglable, par J.-A. Montpellier 321
Compteurs électriques 349

Moteurs.

Démarrage automatique pour les moteurs à courant continu, par A.-C. Eastwood. . . 15
Moteurs électriques submersibles. 350
Moteur synchrone (l'utilité du) pour corriger le facteur de puissance, par H. Marchand. 7
Moteur triphasé à induit en court-circuit pour grandes puissances. 144

Nouvelles.

Accident à la station de télégraphie sans fil de Nauen. 240
Aciérie électrique. 80
Application industrielle de l'épuration électrolytique de l'eau. 352
Automobile électrique à accumulateurs. . . 96
Automobiles (les) électriques aux Etats-Unis. 80
Cabines pour transformateurs. 111
Câble (nouveau) algérien. 224
Câbles (les) pupinisés. 208
Câble téléphonique anglo-français 224
Caoutchouc (le) synthétique. 208
Chauffage (le) électrique dans les églises. . 368
Chemin (le) de fer surélevé et souterrain de Berlin 352
Commission des distributions d'énergie électrique 111
Commission interministérielle de télégraphie sans fil. 240
Concours international de moto-culture de Paris. 112
Congrès de chimie appliquée. 415
Congrès de l'Union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local. 224, 367
Congrès d'électrologie et de radiologie médicales 336
Convertisseur à mercure de 200 kw. . . . 352
Couveuses électriques. 208
Création d'un étalon international du radium. 223
Distribution (la) de l'énergie électrique à Paris. 239

Eclairage des trains (application des lampes à filament métallique à l'). 336
Eclairage électrique des trains 336
Ecole de télégraphie au Mexique. 96
Ecole supérieure d'électricité. Ouverture d'une section nouvelle de radiotélégraphie. 63
Electrification des chemins de fer allemands. 96
— lignes de banlieue de l'Ouest-État. 191
Energie électrique dans le département de la Seine 64
Evolution (l') de la lampe à incandescence. 80
Examen pour l'obtention du certificat d'aptitude au contrôle des chemins de fer d'intérêt local et des tramways et au contrôle des distributions municipales d'énergie électrique. 112
Exposition annuelle de la Société française de physique. 192
Exposition internationale de Dunkerque, mai-septembre 1912. 64
Exposition universelle de Gand en 1913. . 64, 256 336
Extension des usines de la Edison Company. 352
Fabrication des hypochlorites par électrolyse. 80
Forces (les) naturelles. 352
Installation de chauffage électrique. . . . 208
— électriques en projet. . . 365, 451
Institut électrotechnique de Grenoble (Annexe de). 192
Invention (une nouvelle) du professeur Pupin. 208
Locomotives électriques du canal de Panama. 80
Moto-culture (essais de) en Algérie. . . 239
Ozone (une application de). 208
Pacinotti (Antonio). 240
Prix triennal (fondation Georges Montefiore). 304
Programme des conférences de la Société française de physique. 64
Programme des questions mises au concours par la Société industrielle d'Amiens. . . 272
Radiotélégraphie (la) dans les Indes anglaises. 192
— (la) et les catastrophes maritimes. 240
Renseignements météorologiques par radiotélégraphie. 80
Reprise de la National Company Telephone par l'Administration anglaise. 159
Réseau intercolonial français de télégraphie sans fil. 240
Service (le) téléphonique en Angleterre . . 352
Stations (grandes) radiotélégraphiques. . . 336
Système métrique (les progrès du). . . . 192
Télégraphie (la) au Maroc. 240
— (la) et la téléphonie au Canada. 224
— — dans l'Amérique du Sud. 224
— militaire (la) en France. . . . 256
— sans fil. 96
— — au Canada. 80
— — (enseignement de la) à l'Ecole supérieure d'électricité. 320
— sans fil dans l'avenir. 352
Téléphone (le) automatique à Chicago. . . 208
— franco-néerlandais. 224
Téléphonie (la) en Angleterre. 336
Tracteurs électriques pour le canal de Panama. 208
Traction à courant continu à haute tension. 368
Transformateurs. 352
— à haute tension 368
Transmission à 140 000 volts. 335
Transport (le) d'une turbine de 25 000 ch . 224
Turbine Tesla (la nouvelle). 192
Union commerciale de l'électricité. . . . 80
Usines (les) à gaz et les installations électriques 80
— centrale (nouvelle) du Boston Elevated Railway Cy. 368
Usine (une) de 1 million de chevaux-vapeur. 192
— géante au Brésil. 368
— (une grande) hydraulico-électrique américaine. 368
Utilisation de la Durance et du Rhône. . . 288
Véhicules (emploi de) à accumulateurs par le service des postes berlinois 208
Véhicules électriques (multiplication des) . 336

Piles.

Batteries à liquide immobilisé. 318
Emploi des piles primaires dans l'Administration allemande des télégraphes . . . 174
Nouvelle (une) pile électrique. 254

Radiotélégraphie.

Accident à la station de télégraphie sans fil de Nauen. 240
Commission interministérielle de télégraphie sans fil. 240
Définition du rendement pratique d'un appareil de télégraphie sans fil, par J. Erskine-Murray. 90
Détecteur électrolytique et interrupteur Wehnelt, par Joseph Rodet. 5
Détermination par télégraphie sans fil de la différence de longitude entre Paris et Bizerte 28
Ecole supérieure d'électricité. Ouverture d'une section nouvelle de radiotélégraphie. 63
Effet de résonance secondaire dans les récepteurs de télégraphie sans fil 205
Influence de l'éclipse sur la propagation des ondes électriques. 333
Inscription graphique des signaux de l'heure émis par la tour Eiffel. 190
Boussole (une) radiotélégraphique, par A. Gradenwitz. 342
Communication radiotélégraphique à partir d'un aéronat. 191
Mât portatif. 55
Nouveau dispositif pour la modulation des ondes électriques, par Algeri Marino . . 49
Orientation des aéronats au moyen de la radiotélégraphie 175
Postes radiotélégraphiques (nouveaux) de l'armée anglaise. 412
Postes radiotélégraphiques destinés aux bateaux de pêche des Etats-Unis. . . . 78
Radiotélégraphie (la) dans les Indes anglaises 192
— et les catastrophes maritimes. 240
Réception d'ondes hertziennes par un poste téléphonique. 398
Réception des radiotélégrammes météorologiques avec antennes réduites. 126
Renseignements météorologiques par radiotélégraphie. 80
Réseau intercolonial français de télégraphie sans fil. 240
Secret (sur le) des communications sans fil, par P.-O. Pedersen. 89
Station (une) centrale pour transmission électrique de l'heure en Allemagne. . . 157
Stations (grandes) radiotélégraphiques. . . 336
Station (une grande) radiotélégraphique à Londres. 384
Télégraphie sans fil. 96
— — au Canada. 80
— — (enseignement de la) à l'Ecole supérieure d'électricité. 320
Télégraphie (la) sans fil dans l'avenir. . . 352
Téléphonie (la) sans fil, par Waldemar Poulsen. 88

Recettes.

Soudage des fils émaillés. 157
Soudure (la) du platine au quartz. 349
Soudure pour l'aluminium. 413

Télégraphie et Téléphonie.

Amortisseur (l') Saxenberg pour la suppression des perturbations téléphoniques. . . 350
Appareils (nouveaux) de télégraphie Morse automatique, par Henry. 401
Commutateur (nouveau système de) téléphonique automatique, par Henry. . . 257, 273
Ecole de télégraphie au Mexique. 96
Intensification des courants électriques. . 95
Invention (une nouvelle) du professeur Pupin. 208
Reprise de la National Company Telephone par l'Administration anglaise. 159
Service (le) téléphonique en Angleterre, par A.-H. Bridge. 230
Service (le) téléphonique en Angleterre. . 352
Statistique téléphonique mondiale au 1er janvier 1911. 270
Système (les) téléphoniques automatiques et semi-automatiques dans leurs rapports avec l'économie et le perfectionnement des communications dans les grandes villes, par H. Milon. 89
Télégraphie (la) au Maroc. 240
Télégraphie (la) et la téléphonie au Canada. 224
— — — dans l'Amérique du Sud. 224
Télégraphie (la) militaire en France. . . . 256
Télégraphie multiple (les différents systèmes de), par W.-A.-J. O'Meara. 74
Téléphone (le) automatique à Chicago. . . 208
Téléphone et voitures à taximètre. . . . 255
Téléphone (le) franco-néerlandais. . . . 224
Téléphonie (la) à grande distance en Amérique, par F.-B. Jewett. 70
Téléphonie automatique. 30, 398
Téléphonie (la) dans le service des trains, aux Etats-Unis, par H. Marchand. . . . 18
Téléphonie (la) en Angleterre. 336
Utilisation de l'eau comme prise de terre des circuits téléphoniques. 398

Traction.

Action du courant électrique sur le béton simple et le béton armé. 287
Automobile électrique à accumulateurs. . 96
Automobiles électriques (les) aux Etats-Unis. 80
Chemin de fer (le) électrique Arad-Hegyala (Hongrie). 62
Chemin de fer électrique à trains rapides entre Cologne et Dusseldorf. 110
Chemin (un) de fer électrique de Galata au Bosphore. 255
Chemin (le) de fer surélevé de Hambourg. 351
— — — et souterrain de Berlin. 352
Congrès de l'Union internationale de tramways. 224, 367
Electrification des chemins de fer allemands. 96
— — — de l'Etat badois. 270
Electrification des chemins de fer bavarois. 239
— — — suédois. 270
Electrification du chemin de fer du Saint-Gothard. 127
Electrification des lignes de banlieue de l'Ouest-Etat. 191
Emploi de l'aluminium dans la construction des voitures de tramways. 157
Examen pour l'obtention du certificat d'aptitude au contrôle des chemins de fer d'intérêt local et des tramways. 112
Déformation des rails de tramways. . . . 301
Ligne (la) de prise de courant dans les chemins de fer électriques, par G. L'Hoest. . 97
Ligne de traction à courants triphasés du tunnel de la Cascade, par H. Marchand. 209
Locomotives électriques du canal de Panama. 80
Tracteurs électriques pour le canal de Panama. 208
Traction à courant continu à haute tension. 368
Traction avec du courant continu à haute tension aux Etats-Unis. 334
Traction (la) électrique à Berlin. 175
— — — à courant continu à haute tension, par Guglielmo Gyaros. . 9
Traction électrique avec du courant alternatif à 50 périodes sur les chemins de fer à voie étroite. 43
Traction (la) électrique de la ligne de Villefranche de Conflent à Bourg-Madame. 369, 389
Traction (la) électrique en Allemagne. . . 414
Traction (la) électrique en Autriche. . . . 255
Traction (la) électrique en Suisse. . . . 334
Traction électrique sur le chemin de fer du Saint Gothard. 364
Traction (la) électrique sur les chemins de fer. 255
Traction électrique sur les chemins de fer de l'Etat prussien. 15
Traction (la) électrique sur les chemins de fer anglais. 59
Traction (la) électrique sur les chemins de fer suisses. 50
Traction (la) par courant monophasé et par courants triphasés sur les lignes de chemin de fer à grand trafic, par Giorgio Calzolari. 8
Tramways (les) électriques aux Etats-Unis. 62
Véhicules (emploi de) à accumulateurs pour le service des postes berlinois. 208
Véhicules électriques (multiplication des). 366
Voitures automotrices actionnées par courant monophasé sur les grandes lignes de chemins de fer, par le Dr W. Kummer. . 9
Voiture (une) d'un nouveau modèle pour tramways électriques. 334
Vulgarisation (la) de l'automobilisme aux Etats-Unis. 62

Transformateurs.

Cabines pour transformateurs. 111
Convertisseur à mercure de 200 kw. . . . 352
Redresseur (un) de courant en forme de grille. 398
Sous-stations de transformation de la Compagnie des chemins de fer du Nord, par de Kermond. 337
Transformateurs. 352
Tranformateurs à haute tension. 368
Transformateurs (nouveaux) d'essais à très haute tension, par H. Marchand. . . . 193

Usines génératrices.

Alimentation (l') électrique de Caboul (Afghanistan). 44
Amélioration (l') du facteur de charge dans les usines génératrices, par G. Sartori. . 184
Extension des installations électriques des chutes du Niagara. 110
Extension des usines de la Edison Company. 352
Station (une) centrale intercommunale dans le Luxembourg. 256
Station d'énergie et de chauffage de l'Université Mac Gill. 175
Station génératrice d'Alloa (Ecosse). . . 221

Statistique des stations centrales allemandes au 1er avril 1911. 30
Travaux hydraulico-électriques en Suède durant 1911. 364
Usine centrale (nouvelle) du Boston Elevated Railway Company. 368
Usine (une) de 1 million de ch-vapeur. . . 192
Usines électriques municipales en Allemagne. 334
Usine (une grande) hydraulico-électrique américaine. 368
Usine géante au Brésil. 368
Usine (l') hydraulico-électrique de la Empreza Hydro-Electrica da Serra da Estrella (Portugal), par C. de Carvalho. . . . 1

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

A

Aliamet (**M.**). — L'Exposition de la Société de physique. 289, 310
Andreis (**L. de**). — La stérilisation de l'eau de l'aqueduc de Rovigo. 117
Arno (**Riccardo**). — Une solution du problème de l'achat et de la vente de l'énergie électrique. 186

B

Barnet-Lyon. — La législation sur la transmission électrique de l'énergie. . . . 187
Beckmann (**Dr H.**). — Etat actuel de la technique des accumulateurs stationnaires et transportables. 164, 181
Beghin (**A.**). — Règle à calculs. 96
Bellini (**E.**). — Le compas azimutal hertzien. 90
Benghi (**Mario**). — Etude comparative des impôts directs et indirects sur l'énergie électrique dans différents pays. 185
Benischke (**G.**). — Berechnung der Wechselstromfernleitungen. 335
Bezzi (**A.**). Application de l'électricité aux bateaux sous-marins. 227, 243
Binder (**L.**). — Ueber Wœrmeübergang auf rubige oder bewegte Luft sowie Lüftung und Kühlung elektrischer Maschinen. . 221
Boutaric (**A.**). — Oscillations et vibrations. 414
Bridge (**A.-H.**). — Le service téléphonique en Angleterre. 230
Brisset (**D.**). — La matière et les forces de la nature. 222
Broniewski. — (Voir Rengade).
Brunelli (**Italo**). — Costruzione delle linee elettriche aeree per telegrafi. telefoni, trasporti industriali e trazione elettrica. . 16

C

Calzolari (**Giorgio**). — La traction par courants monophasés et par courants triphasés sur les lignes de chemins de fer à grand trafic. 8
Carvalho (**C. de**). — L'usine hydraulico-électrique de la Empreza Hydro-Electrica da Serra da Estrella (Portugal). 1
Catani (**R.**). — Production directe de l'acier au moyen des minerais de fer traités au four électrique. 137
Chevallier (**Henry**). — Cours pratique d'électricité industrielle. 158
Chwolson (**O.-D.**). — Traité de physique. 79
Claude (**Georges**). — L'électricité à la portée de tout le monde. 15

D

Duparc (**L.**) — Le platine, ses gisements, son industrie. 155
Dusaugey (**E.**). — Les conducteurs d'électricité en aluminium. 302

E

Eastwood (**A.-C.**). — Démarrage automatique pour les moteurs à courant continu. 15
Ericson (**E.-C.**). — La législation de la transmission électrique de l'énergie. . . 184
Erlwein (**G.**). — Les méthodes électriques d'épuration de l'eau. 116
Erskine-Murray (**J.**). — Définition du rendement pratique d'un appareil de télégraphie sans fil. 90
Escard (**J.**). — Les lampes électriques à arc, à incandescence et à luminescence. . 176

F

Fœppl. — Theorie der Elektrizitæt. . . 303
Foveau de Courmelles. — L'année électrique, électrothérapique et radiographique. 222
Franche (**G.**). — Labourage par tracteurs automobiles. 113

G

Gautier (**Emile**). — L'année scientifique et industrielle. 221
Girard (**P.**). — La pression osmotique et le mécanisme de l'osmose 415
Glatzel (**B.**). — Voir Korn et Glatzel.
Gradenwitz (**A.**). — Un paysage électronique. 69
— Une boussole radiotélégraphique. . . . 342
Groud (**Ch.**). — Lutte contre la grêle et électricité atmosphérique. 404
Gyaros (**Guglielmo**). — La traction électrique à courant continu à haute tension. . 9

H

Henry. — Projecteurs électriques modernes. 225
— Nouveau système de commutateur téléphonique automatique. 257, 273
— Nouveaux appareils de télégraphie Morse automatique. 401
Hering (**Carl**). — Caractéristiques techniques des fours électriques. 280
Hobart et **Ellis**. — Machines dynamo-électriques à grande vitesse 319

J

Jégou (**P.**). — Applications de la télégraphie sans fil. 176, 303
Jewett (**F.-B.**). — La téléphonie à grande distance en Amérique. 70
Jolibois. — (Voir Rengade).
Jumau (**L.**). — Manuel pratique du monteur électricien. 271

K

Karapetoff. — The magnetic circuit. . . 79
Karrass (**T.**). — Sie Selbstanschlussund Wæhlereinrichtungen im Fernsprechbetriebe. 111

Kermond (de). — Sous-stations de transformation de la Cie des chemins de fer du Nord. 337
Kershaw (J.-W.). — Elementary internal combustion engines. 271
Korn (A.) et **B. Glatzel**. — Handbuch der Phototelegraphie und Telautographie. . 63
Kretzschmar (F.-E.). — Die Krankheiten der stationæren elektrischen Blei-Akkumulatoren 128
Kummer (W.). — Voitures automotrices actionnées par courant monophasé sur les grandes lignes de chemin de fer. . . . 9

L

Laffargue (J.). — Manuel pratique du monteur-electricien. 271
Lamba (A.). — Wechselstromversuche. . 63
Leclerc (P). — L'utilisation de l'énergie électrique dans les travaux agricoles. . 138
Lehmann-Richter. — Prüfungen in elektrischen Zentralen. 400
L'Hoest (G.). — La ligne de prise de courant dans les chemins de fer électriques. 97
Linker (A.). — Elektrotechnische Messkunde. 271
Lobel (L.). — La technique cinématographique. 79
Loppé (F.). — Les applications électriques de la métallisation, système Schopp. . . 327

M

Marchand (H.) — L'utilité du moteur synchrone pour corriger le facteur de puissance. 7
— La téléphonie dans le service des trains aux Etats-Unis 18
— Description de quelques appareils de cuisine et de chauffage électriques de construction anglaise. 81
— Les interruptions de service dans les stations génératrices d'électricité. 114
— Nouveaux transformateurs d'essais à très haute tension. 193
— Ligne de traction à courants triphasés du tunnel de la Cascade. 209
— Nouveau système de commande électrique des gouvernails de navire. . . . 241
— De quelques applications de l'électricité dans les fermes et les laiteries aux Etats-Unis. 305
— Boussole gyroscopique du Dr Anschütz. 338
— L'électricité dans les mines. . . . 353, 378
Marino (Algeri). — Nouveau dispositif pour la modulation des ondes électriques dans la télégraphie sans fil. 49
Meyer (A.). — Organisation et direction des usines. 158
Meyer (W.). — Maschinen und Apparate der Starstromtechnik. 335
Milon (H.). — Les systèmes téléphoniques automatiques et semi-automatiques dans leurs rapports avec l'économie et le perfectionnement des communications dans les grandes villes. 89
Mis (Georges). — L'électricité domestique. 222
Monasch (B.). — Lehrbuch der Photometrie. 271
Monier (E.). — La télégraphie sans fil, la télémécanique et la téléphonie sans fil à la portée de tout le monde. 400
Montpellier (J.-A.). — L'accumulateur alcalin fer-nickel. 35
— A propos de l'accumulateur alcalin fer-nickel. 50
— Essais de résistance au choc des lampes à incandescence à filaments métalliques. 177
— Ampèremètre-voltmètre avec transformateur d'intensité à sensibilité réglable. . 321
— L'Electricité à l'Exposition de Bruxelles de 1910. 399

N

Nansouty (Max de). — Actualités scientifiques. 222
Nernst (W.). — Traité de chimie générale. 16
Neumann (B.). — (Voir J. Post et Neumann.)

O

O'Meara (W.-A.-J.). — Les différents systèmes de télégraphie multiple. 74

P

Pacoret (E.). — Les appareils de levage, de transport et de manutention mécanique. 157
Pedersen (P.-O.). — Sur le secret des communications sans fil. 89
Peinke (W.). — Die Konstruktionen elektrischer Maschinen. 128
Perkins (Frank C.). — Nettoyage électrique par le vide. 17
— Cabestan électrique. 33
Podevyn (A.). — Cours pratique d'électricité 303
Ponti (G.-G.). — Méthode rationnelle pour la mesure commerciale de l'énergie électrique. 185
Post (J.) et **B. Neumann**. — Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels. 96
Poulsen (W.). — La téléphonie sans fil. . 88

R

Recklinghausen (M. v.). — La stérilisation des eaux d'alimentation des villes par les rayons ultra-violets. 117
Rengade, Jolibois et Broniewski. — Conférences sur les alliages. 415
Reverchon (L.). — L'électrification de l'heure dans les grandes villes, système Hipp-Favarger. 65
— L'électrification de l'heure, système Campiche. 129
— L'électrification de l'heure, système de l'*Electric Silentia*. 385
Rodet (Joseph). — Détecteur électrolytique et interrupteur Wehnelt. 5
Rousset (J.-M.). — La coloration des métaux. 157
Roux (Gaston). — Formulaire de l'électricien et du mécanicien d'Hospitalier. . . 303

S

Sirey (Charles). — Les frais de contrôle peuvent-ils être réclamés aux concessionnaires antérieurs à la loi de 1906? Jugement du tribunal de Châlons-sur-Marne. 74
— Les vols d'énergie électrique et la substitution des lampes à filament métallique aux lampes ordinaires. 358
Sartori (G.). — L'amélioration du facteur de charge dans les usines génératrices. . 184
Strecker (Karl). — Forschritte der Elektrotechnik. 16, 222

V

Vallet (Ch.). — L'isolation en électrotechnique. 197, 261, 322, 340, 393, 406

Z

Ziégler (H.). — La vérité absolue et les vérités relatives. 96

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.